CONTENTS OF NO. 30

(In Japanese with English summary)

TAKAYAMA, S. and KOYAMA, T.
Studies on trawl net—IV.
An angle meter for the otter board ..... (1)

NOMURA, M.
Studies on gill nets—I.
Performance of gill nets and reaction of fish to the net ..... (9)

NOMURA, M.
Studies on gill nets—II.
Efficiency of gill nets and factors for forming fishing grounds ..... (57)

TAKAHASHI, T.
Relation between the fat content of skipjack meat and weight of fatty tissue on the heart ..... (85)

TAKAHASHI, T. and TANAKA, T.
On the meat of the top shell ..... (95)

TAKEI, M. and TAKAHASHI, T.
Effect of sodium polyphosphate upon restoring absorptivity to dried squid meat ..... (105)

TAKEI, M.
Observation on houseflies packed in canned food ..... (111)

SHIMMA, Y. and TAGUCHI, H.
A survey of fur seal liver oil and its vitamin A content ..... (117)

Published Quarterly by

TOKAI REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY

TSUKISHIMA, CHUO-KU, TOKYO

JAPAN

本報告略号
—東海水研報—

Abbreviation of this bulletin
—Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.—

昭和 36 年 3 月 25 日 印刷
昭和 36 年 3 月 31 日 発行

発行所　水産庁東海区水産研究所
東京都中央区月島3号地

発行者　源生一太郎
東京都中央区月島3号地

印刷者　田中忠雄
東京都中央区新富町3の6

印刷所　日本応用印刷株式会社
東京都中央区新富町3の6
電話 築地 (551) 7191～5

トロールに関する研究—IV
オッターボード傾斜角度計の試作実験結果について*

高山重嶺・小山武夫

緒言

オツターボードの最大有効迎角については，すでに既報[1]に於て報告した通りであるが，実用上の問題としては，この外に曳航中のオツターの傾き（内側或は外側の傾斜角度）の問題を考慮しなければならない。

すなわち，オツターが水中で，いかに適切な有効迎角（35～40度）を保ち得たとしても，そのオツターが大きく傾斜していては有効迎角も意味がない。

以上の如くオツターボードの傾きの問題はトロールにとつて極めて重要な問題と思われるが，我が国に於ては現在までほとんど研究が行なわれていない，従つて現状では実操業にあたつて，オツターの擦れ具合（海底摩擦によるオツターの金属部分の光り具合等）からその傾斜の良否を推定しているにすぎない。

筆者等は曳航中のオツターの傾斜角度を測定する計測器を試作し，当水研，所属船天鷹丸（230トン450HP）に於て遠洲灘でトロール操業実験を行ない，船の曳航速度と，ワープの長さとオツターボードの傾斜角度の関係について検討を行なつた。以下実験結果を報告する。

I オツターボード傾斜角度計の概要

傾斜角度計は第1図に示す如く，オツターの内外傾斜角度に比例してそれぞれ，上下方向に作動する様に装置してある振子(1)の先端に記録ペン(2)を取付け，それによりオツターの傾斜角度を連続的に記録させる様にしたものである。すなわち，紙送り回転ドラム(3)には4時間巻きの時計を塡設し，記録紙の中心線上に零線(4)を採り（オツターが正しく直立すると記録ペンは零線上(4)に止まる）

外側傾斜の場合は零線の上方に．内側傾斜の場合は下方に，それぞれ記録する様に装置してある。

なお，振子(1)は両側にある永久磁石による緩衝作用のため，微少な震動に対しては自動的にコントロールされる。

傾斜角度計の写真を第2図に示す。

II 漁具及実験方法

実験に使用した漁具はヘツドライン130尺トロール網，ハンドロープは60m，オツターボード，ブラケツト，及ジョイニングブロツク等は，すべて第3図に示す仕様である。傾斜角度計はトロール操作上，邪魔にならぬ位置を選定し，オツターの中心線上，後部に取付けた。（第3～4図）

実験方法は漁場水深65～84mに対して，ワープの長さを180m，及漁場水深78～90mに対してワープの長さを270mとし，それぞれのオツター傾斜角度を計測した。

水深は船に装備されている50kc魚群探知機によつて計測し，その水深記録時間と傾斜角度計の記録時間とを照合し，水深に対してのオツターの傾斜角度を求めた。従つて，これよりワープの長さと水深，及オツターの傾斜角度の関係を求める事が出来る。

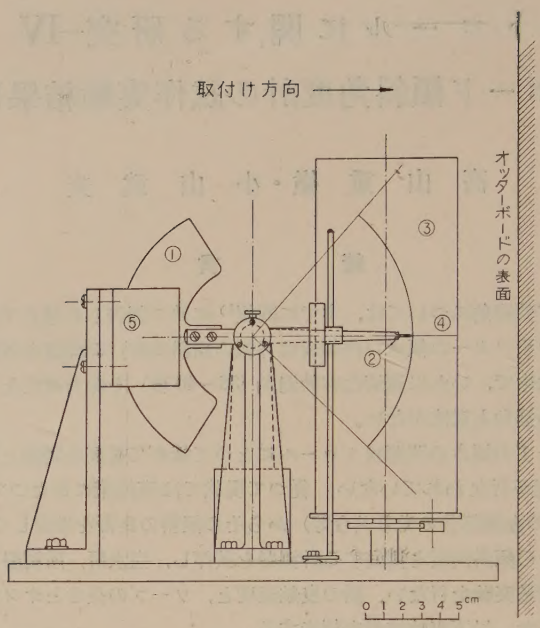
なお，本実験に於ける漁場底質は砂泥であり，曳網速度はすべて3knotとした。

III 実験結果及考察

実験結果は第1表に示す如くである。

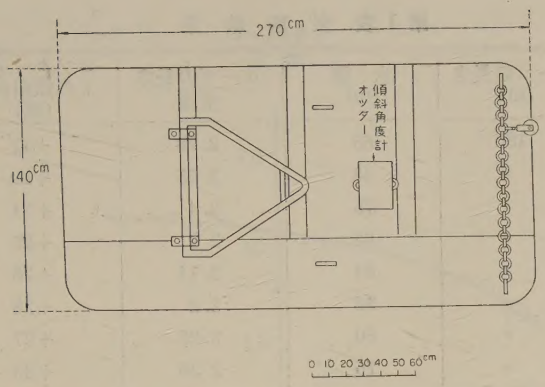
---

* 1961年1月5日受理，東海区水産研究所業績 A 第139号。

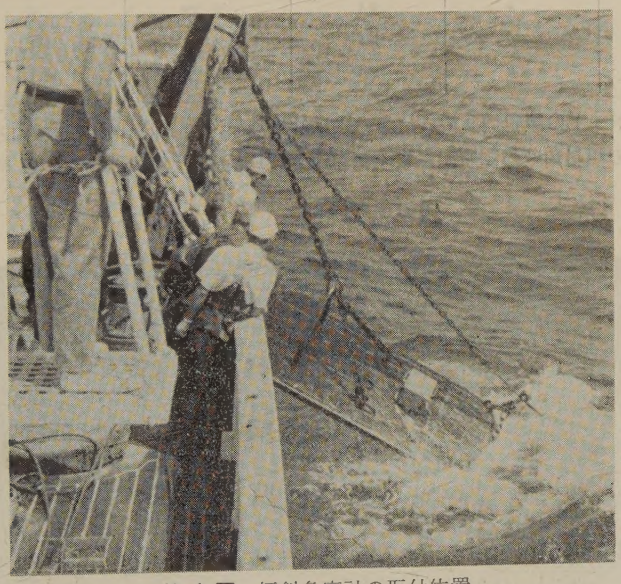


第 1 図 オッターボード傾斜角度計の模式機構
但し ① 振子 ② 記録ペン
③ 時計が塡設されている紙送り回転ドラム
④ 零線 ⑤ 磁石

第 2 図 オッターボード傾斜角度計



第 3 図　供試オッターボード
但し，ブラケットの角度は板に対して直角とした。



第 4 図　傾斜角度計の取付位置

第 1 表より $\frac{\text{ワープ長さ}}{\text{水深}}$ とオッターの傾斜角度の関係を図上にプロットすると第 6 図の如くなる。

これによると，オッターが水中で直立に近い状態を保つ為には水深の 3.1 倍程度のワープの長さが必要である事がわかる。

又ワープの長さを水深の 3.0 倍以下にするとオッターは外側に傾斜し $\frac{\text{ワープの長さ}}{\text{水深}}$ が小さくなる程，傾斜の度合は大きくなる。又ワープの長さを水深の 3.3 倍以上にするとオッターは内側に傾斜する。勿論，この結果は漁場水深が 60～90m，曳網速度が 3 knot，底質が砂泥，オッターのブライドルが上記のものと言う条件に対して言える事で，漁場水深が非常に浅い場合とか，或は底質が非常に泥深いと言う様な特殊条件に対しては異つてくる事は言うまでもない。

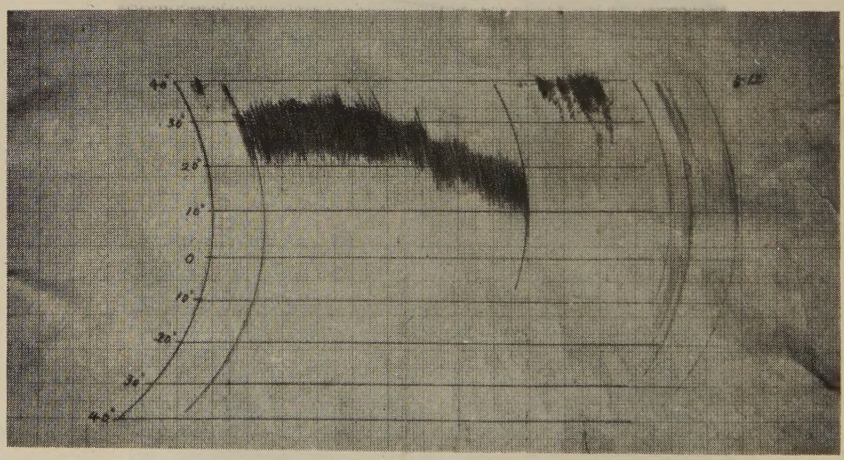
以上の如く，ワープの長さによつてオッターの傾斜角度が異つてくるのは，ワープの長さの変化によつて，オッターを引張る方向，すなわち，ワープの方向が異つてくるからで，当然の事と思われる。

第 1 表 実 験 結 果

	曳網速度 (knot)	ワープの長さ (m)	水 深 (m)	ワープの長さ / 水深	オッターボードの傾斜角度 (度)	ワープの展開角 (度)
第一次実験	3.0	180	65	2.78	+17	20
	〃	〃	68	2.65	+20	19
	〃	〃	75	2.4	+24	18
	〃	〃	82	2.2	+25	17
	〃	〃	84	2.14	+28	13
	〃	〃	82	2.2	+28	14
	〃	〃	80	2.25	+27	14
	〃	〃	76	2.36	+26	17
第二次実験	〃	270	90	3.0	+5	15
	〃	〃	89	3.02	+3	15
	〃	〃	86	3.14	0	15
	〃	〃	84	3.32	−6	14
	〃	〃	81	3.34	−11	13
	〃	〃	80	3.38	−18	12

備考，オッターボードの傾斜角度に於ける，＋は外側傾斜，－ は内側傾斜を表わす。

なお，オッターの傾斜角度の測定記録の 1 例を第 5 図に示す（水深 65～84 m に対してワープの長さは 180 m）

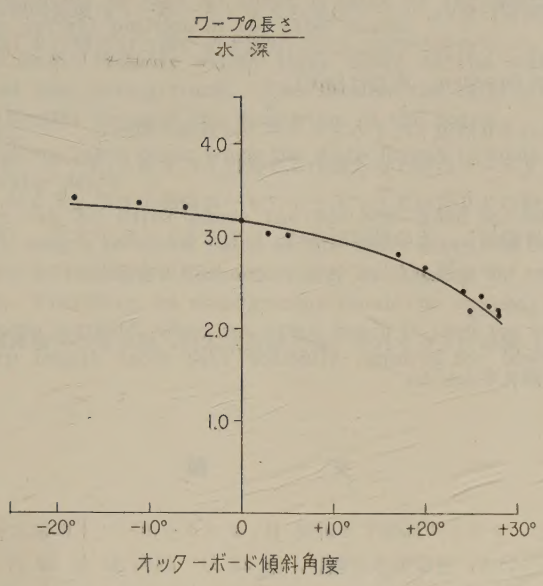


第 5 図 傾斜角度計の記録

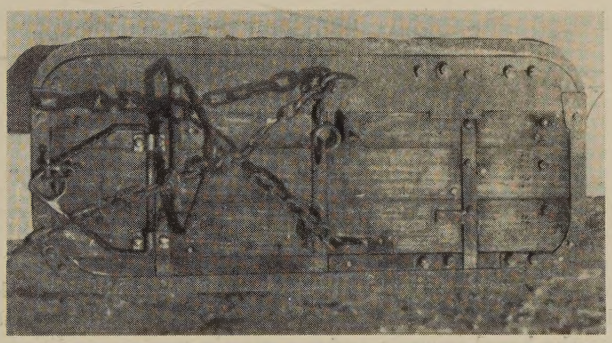
著者等は既報[2]に於てワープの長さを水深の 2 倍程度とするとオッターが海底より浮上する事を明らかにしていたが，この場合のオッターの傾斜角度を第 6 図に照合してみると約 30 度，外側に傾斜している事がわかる。

ワープの展開角度も $\frac{\text{ワープの長さ}}{\text{水深}}$ が 2.78 の時に比較して 7 度以上も減少しており（第 1 表）オッターの傾きにより展開能率がいちじるしく低下する事がわかる。

従つて普通のトロール用のオッターをワープを短かくして中層トロールに使用する場合はオッターの外側傾斜を防止させる様に考慮しなければならない。



第 6 図　$\frac{\text{ワープの長さ}}{\text{水深}}$とオツターボード傾斜角度の関係
但し ＋ は外側傾斜　－ は内側傾斜



第 7 図　トロール及び中層トロール兼用オツターボード

防止方法としては第7図に示す如く中層トロール用として，従来のブラケツトの上方位置に更に，もう1組のブラケツトを取付け，1 枚のオツターでトロール及中層トロールが兼用で能率的に操業出来る様にする事も考えられる。

この方法については，実験中であり，後日報告する予定である。

要　　約

曳航中，オツターボードが水中でどの様な状態（内側或は外側の傾斜）にあるかと言う問題はオツターの展開効率に大きな影響を与える極めて重要な問題である。

よつて，オツターの傾斜角度を測定する傾斜角度計（第 1～2 図）を試作し，天鷹丸（230 トン 450 馬力）

に於て，トロール操業実験を行ない，ワープの長さとオツターボードの傾斜角度の関係を調べた。その結果

1) 曳航中，オツターボードが水中で直立に近い状態を保つ為には水深の 3.1 倍程度のワープの長さが必要である。(但し漁場水深 60～90 m，底質は砂泥)。

又ワープの長さを水深の 3.0 倍以下にするとオツターは外側に傾斜し，$\frac{\text{ワープの長さ}}{\text{水深}}$が小さくなる程，傾斜の度合に大きくなる。又ワープの長さを水深の 3.3 倍以上にすると，オツターは内側に傾斜する。(第 6 図)

2) ワープの長さを水深の 2.0 倍程度とするとオツターは海底より浮上するが，$\frac{\text{ワープの長さ}}{\text{水深}}$が小さい為，オツターは外側に約 30 度傾斜し，その展開効率は，いちじるしく低下する。(第 1 表及第 6 図) 従つて，トロール用のオツターをワープを短かくして中層トロールに使用する場合はオツターの外側傾斜を防止させる様，考慮しなければならない。

終りに当り，実験に際し御尽力くだされた天鷹丸船長末木信之輔氏並に乗組員諸氏及東京水産大学学生谷口，及笹原，両君に厚く御礼申上げる。

文　　献

1) 高山重嶺，小山武夫： トロールに関する研究-II オツターボールドに最大有効迎角を与えるブラケットの角度について，東海区水研報告，第 22 号 昭和 33 年 12 月。

2) 高山重嶺，小山武夫： 中層トロールに関する研究-II ネットゾンデの試作実験結果について，東海区水研報告 第 29 号，昭和 36 年 1 月。

Studies on Trawl-Net—IV
An Angle Meter for the Otter Board

Shigene TAKAYAMA and Takeo KOYAMA

Synopsis

In a previous paper (report series II, 1958), an optimal angle of attack for expanding the otter boards was discussed. Another important factor for effective expansion of the board is a vertical angle that the board assumes under a certain towing condition including the depth of water, length of warp line, towing speed, and so forth.

The present device which was designed to measure vertical angles of the otter board is essentially constructed of a pendulum connected to a pen, and a drum of a recording paper slowly rotating on a clock system. They are watertightly housed on the otter board (Figs. 1 and 2). The pen is so held as to leave its trace on the zero line of the recording paper as the otter board stands upright. An outside or an inside inclination of the board from the towing track makes the pen give traces either above or below the zero line, respectively.

In field experiment carried out by the R.V. *Tenyo Maru* (230 gross tons, 450 horse powers) at sea off Aichi Prefecture in August 1960, a trawl net with the angle meter was towed at 30 knot with the warp length for 180 or 270 meters and the bridle fixed at a usual position. The fishing ground had a sandy bottom. Depths read with a 50-kc echo sounder ranged from 60 to 90 meters. Expansion of the warps was measured in a usual manner. After the towing was finished, relations between the depth of water, the warp length, and vertical angles of the board were studied on the basis of a coordinate time. The results shown in Table 1 and Fig. 6 reveal the following.

1) The warp length should be kept 3.1 times as large as the depth of water in order to secure a nearly upright position of the otter board.

2) When the warp length remains within three times of the water depth, the board inclines outside of the towing track. The smaller the ratio of warp length against water depth, the greater becomes the inclination of the board.

3) An inside inclination takes place when the warp length is made more than 3.3 times larger than the water depth.

4) The otter board can be lifted above the sea bed—good for mid-water trawling—by reducing the warp length to about twice of the water depth. In that case, however, the outside inclination of the board becomes nearly as large as 30°, much affecting expansion of the board. Therefore, an arrangement should be sought to prevent the otter board from inclining outside when an otter board is used for mid-water trawling by reducing the warp length from that normally required for towing along the sandy bottom.

1. The warp length should be kept as short as possible for any depth of water in order to secure a nearly vertical pressure on the vertical board.

2. When the warp length exceeds twice the water depth, the sound indicates outside of the towing track. Therefore, the ratio of warp length to water depth can greatly increase the indication of the sound.

3. An inside indication takes place when the warp length is nearly three times as long as the water depth.

4. The entire board can be lifted above the sea bed, good for soft sand, involving by reducing the warp length to about twice the water depth. Thereby, the warp becomes unstable motion, so the board becomes nearly a trapezoid, and avoids the capsize of the board. Therefore, an arrangement should be made to prevent the board from inclining outside when an some angle is used for mid water towing by reducing the warp length from the normal, and by towing along the sandy bottom.

刺網の研究—I
刺網の漁獲作用と漁具に対する魚群の行動*

野村正恒

目次

I 緒論……9
文献……10
II 刺網漁具の漁獲作用—羅りの良否について……11
1. 網糸の問題……11
2. 構成に関する問題……11
3. 刺網の羅りに影響する各種条件……19
1) 羅りのよい時刻……19
2) 網の明暗と羅り……22
4. 刺網による魚体の選択……23
文献……26
III 魚群の行動と刺網漁具の作用—主として大羽イワシ流網について……27
1. 魚群の行動と刺網……27
1) 魚群の深さと刺網のタル綱の長さ……27
2) タル綱で垂下された刺網に近ずく大羽イワシ魚群……31
3) 魚採利用の投網法……33
2. 刺網におけるイワシの羅網分布状態……36
3. 網目と魚体との関係……43
1) 魚体の大小と魚体の羅網部位との関係……43
2) 網地の羅網位置と魚体の羅網部位との関係……43
3) 羅網部体周と目合との関係……44
4. 網目にとまる比率……44
文献……49
IV 要約……49

I. 緒言

刺網漁具は漁場に来遊した魚群を網目に刺させまたは纏絡させて漁獲する趣向のものである。刺網漁業に関与する要件として，対象とする魚類の生物学的な面では視覚を主とする感覚，游泳，群構成，行動等が，また漁具的な面では網糸の剛さ，強さ，伸び，張り，網地の目合，縮結，網巾，網成り等が，さらに環境の面では潮流，周りの明るさ，網地の明るさ，水温等が，およびその他として他の漁具と関連してのことが考えられる。そしてこれら要件からうける影響は浮刺，底刺，旋刺といつた刺網の種類により異るであろう。

刺網漁業は多くの網漁具のうちでは比較的少ない資材と小さい規模で伸縮自在に操業できるので，明治末期に大部分の府県水産試験場が設立されたが，これ等の水産試験では刺網漁業の黎明期にあたるこのごろか

* 1961年1月7日受理，東海区水産研究所業績A第140号.

ら実用試験が行なわれ[1]，各地の刺網漁業の発達に大きな貢献をしたのである。最初は他県で試験が行なわれ，成績のよかつた刺網漁業のその地方への適否に関する試験を目的とし，その後網糸の改良，漁具の構造の改良，仕立の工夫，副漁具の改良等を以つて漁獲性能を高めることに意をそそいだ。かくてマグロ類，サンマ，サワラ，アジ類，サバ類，サメ類の刺網が急速に全国各地に普及された。

従来行なわれた刺網漁具の構成に関する研究では，服部[2]が各種刺網の浮力と沈降力とを計算し，魚種による漁具の相違の特徴を明かにし，宮本[3]は各種刺網漁具の余剰浮力と羅網魚との関係を求めて網糸はごく弱い力で張られ，ことに網地に絡ませて獲る種類の刺網では浮力・沈降力の関係が非常に微妙であることを明らかにした。網糸材料の違いによる羅網率の比較を行なつた各県の試験の結果について宮本[4]，菅野・本田[5]等により検討がなされ主として網糸の剛さが羅網率に影響するとした。刺網による魚体の選択性については，ニシンについては Hodgson[6),7)]，イワシについては Hickling[8] などにより目合による体長分布のずれが明かにされ，Farran[9] により選択性に対する網目の機能が論ぜられた。水中での網成と網目の形状に関する研究としては鮭鱒，カニ刺網について葉室[10),11)]により実測を主として試みられ，また日魯漁業会社[12]によりカニ刺網の網成りと羅網経過及び状態の貴重な観察がなされた。魚群の存在する環境と刺網の漁獲との関連については月令と漁獲との関係を研究した川名[13]，Savage[14] などの報告があり，明るさは羅りに微妙な関連のあることを示したが，視覚を主とする魚群の感覚に関連する研究ではなお未解明なことがらが多い。

このように刺網の研究では冒頭で述べた各種条件に関連して多岐に亘るが，魚群の網地に対する行動に関連して刺網の漁獲作用の研究は従来殆んど行なわれていない。

そこで本報告では，一般的に見て刺網の羅りの良否に関連して網糸の条件，仕立構成の条件及び環境（明るさ）の条件について考察し，次にとくにイワシ刺網において魚探という観測手段を通じて網地に対する魚群の行動，刺網におけるイワシの羅網分布状態，魚体に対する網目の作用を検討した。

本文に入るに先立ちこの研究の御指導を賜つた東京水産大学名誉教授田内森三郎博士，試験の実施に際して御教示を賜つた高山重嶺漁具漁法部長，宮本秀明博士，種々の御配慮を戴いた宮崎千博博士に対し衷心より深謝する。

また本試験に当つて御協力を戴いた，三次信輔技官，吉牟田長生技官及び鳥取県水産試験場中野麟一技師の諸氏に深謝すると共に，資料の蒐集に当り御援助を戴いた鳥取県水産試験場試験船鳥取丸西山船長ほか乗組員諸氏，千葉県浦安町漁業者岡田克己氏に深く感謝する。なお東海区水研石田昌夫氏には英文作成に当つて多大の御援助を得たことを深謝する。

最後に印刷に先立つて原稿を校閲し，種々懇篤なる御指導を賜つた京都大学農学部教授川上太左英博士に衷心より深謝の意を表わす。

なお本研究の一部は文部省科学試験研究費に依つたことを付記する。

文　　献（I 章）

1) 水産試験場：水産試験成績総覧，1931.
2) 服部愛之助：各種網具における浮力沈力の関係，水産研究誌 **10** (10)，1917.
3) 宮本秀明：刺網類の余剰浮力と網地の張力，日本水産学会誌 **3** (3)，1934.
4) 宮本秀明：絹糸網の特徴について，水産研究誌 **34** (2)，1939.
5) 菅野六郎・本田三四治：漁網用糸としての生糸の知識，北水試事業旬報 565，1943.
6) Hodgson, W.C.: Preliminary note on experiment concerning the selective action of drift nets., Jour. du Conseil II (3), 1927.
7) Hodgson, W.C.: Further experiment on the selective action of commercial drift nets., *Ibid.*, VIII (3), 1933.
8) Hickling, C.F.: The selective action of the drift-net on the Cornish pilchard., *Ibid.*, XIV (1), 1939.

9) Farran, G.P.: On the mesh of herring drift-nets in relation to the condition factor of the fish., *Ibid.*, XI (1), 1936.
10) 葉室親正：カニ底刺網に対する自記式網深さ計並びに自記式網高さ計の応用計測について，漁船研究技報 8, 1956.
11) 葉室親正・石井謙治：鮭鱒流刺網用計器とそれらの実験結果について，同上 8, 1956.
12) 日魯漁業株式会社：潜水調査（サケマス・カニ漁業），調査研究報告 11, 1937.
13) 川名　武：マグロ漁と海況との関係について，水産調査報告 31, 1934.
14) Savage, R.E. and Hodgson, W.C.: Lunar influence on the east anglian herring fishery., Jour. du Conseil IX (2), 1934.

II. 刺網漁具の漁獲作用

—羅りの良否について—

1. 網糸の問題

刺網は対象とする魚により，用いる場所により，時代によつて網糸も目の大きさも寸法も仕立もまちまちである。これは魚体を網目に刺させるにしても，纏絡させるにしてもその羅りを高めようと努めて来た結果に外ならない。

刺網には強くて，しなやかで，伸びが適当でかつ水中で目立たない糸がよいといわれる。麻網にとくに良質の麻を選んで細く裂いて片撚としたのも，明治 20 年に三重県で試みられた綿製のサバ刺網が麻網よりも優れた成績を示したのも，明治 28 年愛知県で試みられた絹のコノシロ刺網が麻網より優れた成績を示したのも，この事情を物語るものといえるであろう。絹網と綿糸とで羅りの良否がどのように違うかについて各県水試で試験された結果をみると絹網が綿網よりも優ることは疑いない。サケ・マス刺網に用いる糸の性質については多くの所見が伝えられているが，これらは刺網用の糸の適否に関する上述の知見を裏書きする。すなわち，昭和の初めにカムチヤツカで用いられた刺網は絹，鹿沼麻，綿，亜麻などの糸で作られ[1]，また北千島で用いられた刺網は北米「フレーザー」河使用のサケ・マス流網同様，片撚亜麻糸で作られたが，同時に用いられた片撚ラミー 20′s 5本撚糸の刺網が非常な好成績を収めたので，その後は北海道や北千島では主としてラミー網を用いるようになつた[2]。けだし鹿沼麻の糸は比較的しなやかであるが毛羽立ちが甚だしく，プランクトンや塵芥がつき易く，亜麻の片撚り糸はしなやかでよいが腐り易く品も少ないのに，ラミー糸は亜麻糸にくらべ，つよくて伸縮小さく腐り難い上，目ずれが起きにくいとされた[3]。昭和9年頃から絹糸も試みられた。これは水切れもよく羅りもラミー糸に劣らなかつたが軽すぎて絡まり易く，伸び易い上に擦れに弱いために普及するに至らなかつた。しかしポリアミド系（P.A. と省略）の合成繊維網はいろいろな点でラミー網より優れているためにこの網は数年にしてラミー網を駆逐した。糸は細いほどしなやかであるから，強さが十分であるならば糸は細いほど刺網に適するわけで，20′s 4本を 30′s 4本に替えてイワシ流網の漁獲成績を高めることができた（鳥取県，山口県一部）。イワシ流網で右撚糸を左撚糸に替えて成績を高めた（山口県）といわれるのも同じ理由であろう。夜間操業のイワシ流網では第1表にみるように，P.A. 系網は綿網よりもかなり優る漁獲成績を示すが，糸が魚体に喰い込み，魚体を傷めやすいという事情もあり魚が網目からはずれにくいので困るともいわれる。ポリビニールアルコール（P.V.A.）網は綿網にくらべて成績がよい上に P.A. 網のような難点がないので山口県その他では現在のところ P.V.A. 網が用いられることが多い。対象の魚によつては P.A. 網の難点は無視できるので，北洋のサケ・マスとかトビウオの流網には P.A. 網が用いられることが多い。イワシ以外の魚種についての試験の結果では P.A. 網が最も優れることが実証されている[4~21]。

2. 構成に関する問題

刺網の羅網性能は仕立によつても影響される。身網の目数が同じであつても縮結によつて目の形が変り，浮子や沈子の量によつて脚の張りのつよさが変るので魚の羅りに難易が起る。

第1表 イワシ刺網における合成繊維使用試験

Table 1. Fishing test on synthetic fiber webbing for sardine drift net.

・ No. 1 綿網とクレモナ網との比較，昭和30年，新潟水試

漁具；

身網 { クレモナ網 20′s, 4本，目合は綿糸7.8節のカツチ4回染の網目に相当する。蛙又，600掛，33間
綿　網 〃 〃 〃 〃 〃 〃

結果；

	クレモナ網	綿　網	クレモナ網/綿網
漁獲尾数	4,560	2,527	1.80

備考；

クレモナ網は海中にあつては綿網より柔軟，他の合成繊維に比し魚体を傷めることが少ない。

・ No. 2 綿網，アミラン網，ビニロン網の比較，昭和27年，佐賀水試

漁具；

A：アミラン 250 D，6本，8.1節，600掛，50間切，5把
B：ビニロン 20′s，6本，8.5節 〃 〃 〃
C：綿　糸 〃 4本，8.3節 〃 33間切，3把
D： 〃 〃 〃 8.6節，700掛，25間切，5把
E： 〃 〃 6本，8.1節，600掛 〃 〃
F： 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃

結果；

	網地別漁獲量				
	A	B	C・F	D	E
漁獲高（函数）	102	29.3	26.5	49.3	56.9
全体に対する割合（%）	38.6	11.1	10.0	18.8	21.5

備考；

アミラン網では糸が魚体に喰いこんで損傷することが多い。

・ No. 3 綿網とアミラン網との比較，昭和26，27年度，新潟水試

漁具；

身網 { アミラン網 250 D，4本，左撚，8.1節，蛙又，300掛，33間，仕立上り24間
綿　網 20′s，4本 〃 〃 〃 〃 〃 〃

染料 { アミラン網……原色（白）のまま
綿　網(A)……白煮（白）のまま
綿　網(B)……カツチ染

結果；

昭和26年	1反当り漁獲尾数																相対比
操業番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	計	
アミラン網(白)	136	72	1,320	252	1,156	1,560	64	442	760	1,600	30	2,021	820	103	2,258	12,594	1.39
綿　網(白)	182	121	1,680	180	1,452	1,452	56	420	768	1,700	25	1,268	520	59	1,756	11,639	1.29
綿　網(カツチ)	120	86	1,250	160	1,050	1,265	42	360	652	1,600	20	852	462	42	1,068	9,035	1.00

昭和27年	1反当り漁獲尾数																						相対比
操業番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	計	
アミラン網	82	30	6	620	680	750	1,500	20	120	10	450	35	125	650	210	6	265	45	750	168	12	45	6,593	1.47
綿網	45	75	1	560	25	452	1,350	5	28	3	320	12	75	520	360	7	215	18	260	175	3	18	4,466	1.00

備考；

アミラン糸は綿糸に比しやわらかい。とくに水中で柔軟である。アミラン糸は魚体に喰いこむ傾向がある。魚体を刺目から抜きとるに困難を感ずる。

- No. 4　絹網とアミラン網との比較，昭和27年，京都水試

漁具；

身網 {アミラン網　13節　(中羽イワシ)
　　絹網　13.5～14.0節　(　〃　)

結果；

操業回数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	平均	相対比
アミラン網	265	815	588	1,472	360	4,350	660	1,814	820	1,445	646	285	90	665	325	4,719	378	250	218	180	1,020	1.03
絹網	750	1,250	460	1,817	408	3,400	462	1,630	860	1,330	627	380	540	1,100	300	3,325	432	240	190	220	990	1.00

備考；

アミラン網の網さばきはやや困難である。アミラン網は絹網より魚体に喰いこむ。

- No. 5　綿網とアミラン網との比較，昭和27年，京都水試

漁具；

身網 {アミラン網　250 D，4本，7.5節，500掛，50間，仕立上り32.5間，1反
　　綿網　20's，4本　〃　〃　40間　〃　26間，8反

結果；

	1反当り漁獲尾数								相対比
	1	2	3	4	5	6	7	計	
アミラン網	88	37	377	495	107	219	17	1,340	1.44
綿網	66	22	322	288	99	112	19	928	1.00

- No. 6　綿網とアミラン網との比較，昭和29年，秋田水試

漁具；

身網 {アミラン網　210 D，6本，左撚，1.45寸，500掛，12反
　　綿網　30's，4本，右撚，1.60寸　〃　6反

色合　アミラン網は青と白の二種類

試験の方法；

青色と白色のアミラン網と綿網とを1把ずつ3把1組がつねに投網した網の中央部になるように連絡配置した。

結果；

	1反当り漁獲尾数										相対比
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	計	
アミラン網(青)	130	238	109	983	440	108	188	380	860	3,436	1.51
〃 (白)	75	104	83	716	255	23	113	230	675	2,274	1.00
綿網	96	147	97	872	340	87	158	296	890	2,983	1.31

・ No. 7 各種合成繊維の比較，昭和30，31，32年，石川水試

漁具；

身網
- クレハロン網 1,080 D，2/2，7.8節，700掛，33間
- サラン網 720 D，3/3，8.2節，〃 〃
- アミラン網 250 D，2/4，8.0節，〃 〃
- 旭鱗網（アミランとサランの混撚）
- 綿網 30′s，3/6，7.8節

結果；

年度	種類	使用反数	操業回数	1反当り羅網尾数	漁獲比
昭和30年	クレハロン網	3	13		1.20～1.50
	綿網	11	13		1.00
	アミラン網	3	13		1.20～1.70
	サラン網	3	9		1.50～2.00
31年	綿網	6	27	318	1.00
	クレハロン網	6	〃	571	1.80
	サラン網	3	〃	507	1.59
	旭鱗網	2	〃	779	2.45
	アミラン網	3	〃	826	2.60
32年	綿網	2	28	171	1.00
	クレハロン網	4	〃	155	0.91
	サラン網	3	〃	264	1.54
	テビロン網	4	〃	237	1.39
	旭鱗網	2	〃	381	2.23
	アミラン網	3	〃	269	1.57
	グリロン網	3	〃	179	1.05
33年	クレハロン網	4	26	334	1.29
	サラン網	3	〃	332	1.25
	テビロン網	4	〃	298	1.15
	旭鱗網	3	〃	497	1.91
	アミラン網	3	〃	476	1.84
	グリロン網	3	〃	259	1.00

備考；

漁獲率は旭鱗がよく，アミランはこれにつぐが変動が大きい。その他合成繊維網は比較的安定した漁獲でいずれも綿網に比し漁獲率はよい。

アミラン，グリロン，旭鱗は強力がつよく支障はないが，サラン，クレハロンで大漁の場合，揚網の無理から破網の恐れがある。

魚のとりはずしの困難さはアミラン，グリロン，旭鱗，サラン，クレハロンの順で，いずれも魚体の損傷の程度は綿網より大きい。

・ No. 8 クレモナ網との比較，昭和30年，新潟水試

漁具；

クレモナ網 クレモナ万漁，蛙又，4本， 7.8節，600掛，33間切
綿網 綿糸 4本，（染上り） 〃 〃 〃

結果；

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	計	相対比
クレモナ網	850	210	390	390	240	180	1,500	150	250	190	210	4,560	1.80
綿網	629	45	279	250	115	210	591	25	151	75	166	2,527	1.00

備考；

張力は綿糸と大して遜色なきも結節よりの破網がやや多い。柔軟性は多い。魚体の損傷も少ない。

或る刺網の適当な網巾は漁船，操業人員，漁場等の運用の条件と浮刺，中層流，底刺等の操業状態および目的魚種の性質等の条件によつて決められる。

同一目数を用いるばあい，水平に長く並べるか，鉛直に深く並べるかは対象とする魚によつて違うはずである。すなわち，表層魚を捕る浮刺網や底層魚を捕る底刺網では鉛直に目数を増すよりも水平に増す方がより以上の漁獲が見込まれるであろうし，中層魚を目的とする刺網では游泳層をおおうまでは鉛直に目数を増す方が操業上有利であろう。秋田水試が300掛と600掛のイワシ流網を比較して水平に目数を増すよりも鉛直に目数を増す方が漁獲の成績がよかつたことを示した如き[22]，現在を明治時代にくらべると，大羽イワシ流網では目数が鉛直に 700目/(100～150)目＝5～7倍も増したのに水平には (20間×40反)/(30間×15反)＝1.8倍しか増していないこと，また表層魚を目的とするサケ・マス流網では鉛直に 58目/40目＝1.5倍しか増していないのに水平には (35間×350反)/(30間×100反)＝4.1倍と増しているが如きは上の考えを首肯せしめるものである。

身網の上縁の単位の長さについて，浮子の浮力が f，浮子綱と上部の縁網との水中重量が w_1，沈子綱と下部の縁網とおもりなどの水中重量が w_2，身網の水中重量が w で網丈が h のばあい，この刺網が水中で釣合うならば，$f=w_1+w+w_2$ であつて，身網の上縁から Z のところの網地の張りのつよさは上下に

$$f-w_1-w\times\frac{Z}{h}=w\left(1-\frac{Z}{h}\right)+w_2$$

である。この刺網に余分の浮力を加えれば浮刺網となり余分のおもりを加えれば底刺網となることはいうまでもない。目合を $2L$，縮結を $1-\cos\varphi$，脚の張りのつよさを τ とすると，網地の張りは上下に

$$\frac{2\tau\sin\varphi}{2L\cos\varphi}=\left(\frac{\tau}{L}\right)\times\tan\varphi$$

となるから，脚の張りのつよさは，

浮刺では $\left[w\left(1-\frac{Z}{h}\right)+w_2\right]L\cot\varphi$,

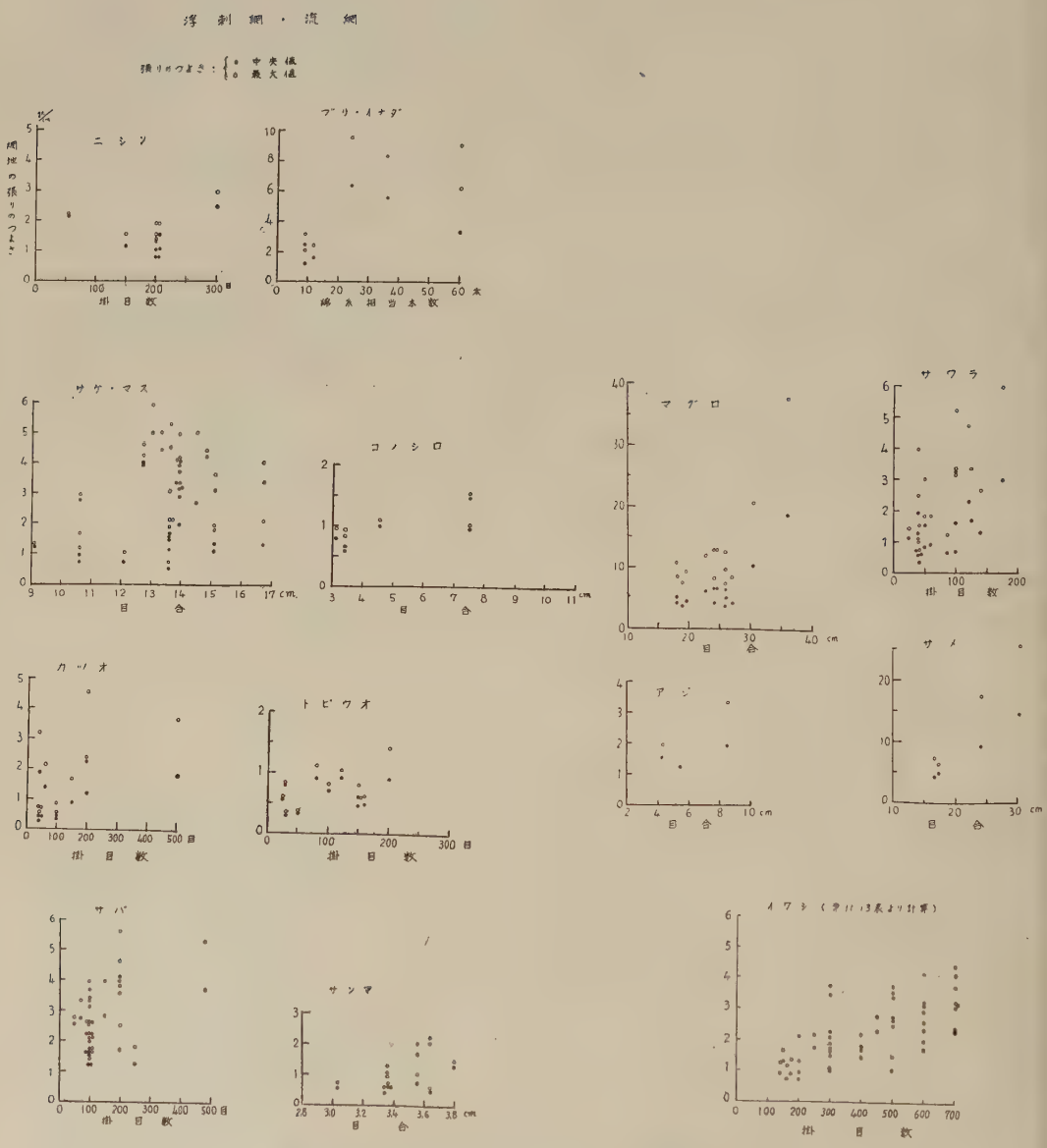
身網の上縁で最大値 $(w+w_2)L\cot\varphi$,

底刺では $\left[f-w_1-w\frac{Z}{h}\right]L\cot\varphi$,

身網の上縁の最大値 $(f-w_1)L\cot\varphi$

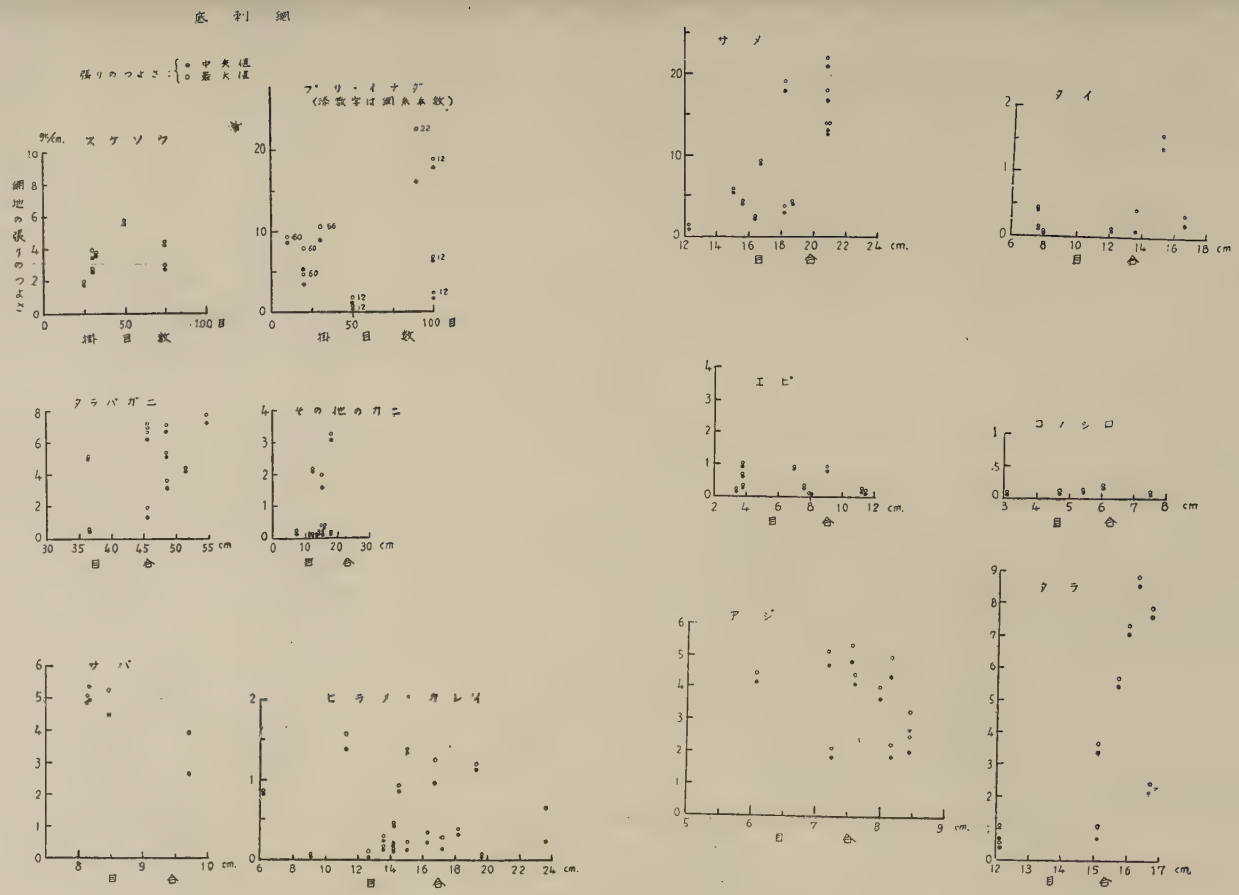
となる。

この式を用い，イワシ，ニシン，サンマ，サケ・マス，サバ，ブリ(ブリ仔)，マグロ，コノシロ，カツオ，トビウオ，サワラ，サメ，スケソウ，タラ，サメ，アジ，タイ，ヒラメ・カレイ，エビ，クラバガニの刺網につき脚の張りのつよさ(g)を計算し，これらを浮刺と底刺とにわけて魚種毎に第1図にプロットし，これらをまとめて第2表に示す。流網では網地が流れのままに動くので流れによる抵抗が小さく張力の増加が小さいのでイワシ，ニシン，サバ網等のように網丈を増すことが可能であるが，底刺網では流れによる抵抗が大きいので網丈が限られ，浮子の浮力で網を支えるため，張りのつよさと範囲とは一般に浮刺よりかなり大きいことがわかる。流網のうち，マグロ，サワラ，カツオのように網に突き当るとからまつて獲られる趣向のものでは網地の張りをできるだけ小さくすることが好ましく，沈子，沈子綱を欠き網の巾を狭くしている。浮刺網では各魚種毎の平均目合の大きさと平均の網糸の張りのつよさ(中央値として $Z=h/2$ の点の値)との関係は第2図に示すように略々直線的であるが，網目に刺つて獲られるものはからまつて獲られるものより一般に張りのつよさが大きいことが見られる。底刺網では，カニ，タイ，エビ，カレイのように主として網目にからませて獲るものでは縮結を多く，網地をかるく，浮力を小さくして張りのつよさを小さくしているが，底刺網でもブリ，イナダ，スケソウ，タラ，アジ，サメ等のように網目に刺させるものでは網地の張りのつよさは大きく，その範囲もひろい。すなわち，潮流を主な要因とする漁場条件により浮子の浮力を適宜変化させている。とくにサメ，ブリのような大きな魚をとるものでは，網糸を太くしし浮力を大きくする必要があり，網地の張りのつよさも流網のそれより著しく大きい値を示す。



第1図の1 網糸の張りのつよさ（浮刺網，流網）

Fig. 1 (1). Tension on the leg of mesh of drift nets for various fishes.



第 1 図の 2　網糸の張りのつよさ（底刺網）

Fig. 1 (2). Tension on the leg of mesh of bottom gill net for various fishes.

第 2 表 各種刺網の網糸の張りのつよさ一覧表

Table 2. Details of tension on mesh leg of drift and bottom gill nets for various kinds of fishes.

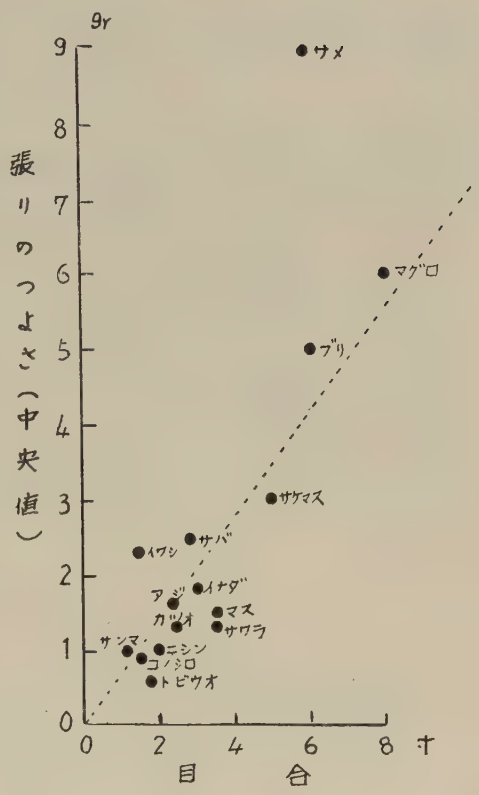
浮刺網・流網

魚種	目合 範囲	目合 モード	網糸本数(綿糸相当) 範囲	網糸本数(綿糸相当) モード	掛目数 範囲	掛目数 モード	張りのつよさ gr 中央値 範囲	張りのつよさ gr 中央値 代表値	張りのつよさ gr 最大値 範囲	張りのつよさ gr 最大値 代表値	備考
	寸	寸	本	本	目	目					
ニシン	1.8～2.4	2.0	4～6	6	60～200	200	0.8～4.0	1.0	1.6～4.2	1.8	糸の太さは殆んど一定，張りのつよさはほぼ掛目数に比例する。
ブリ	5～7	6.0		60	30～100		3.0～6.3	5.0	6～9	7.5	張りのつよさは魚体に関係する。
イナダ		3.0		9		100	1.2～2.5	1.8	2～3	2.5	張りのつよさは魚体に関係する。
サケマス	4.2～5.5	4.5	9～12		40～60		2～4.5	3.0	2～6	4.0	張りのつよさはほぼ一定。
マス	3～4.5	3.5	8～12		25～70		0.5～2.7	1.5	1～2.8		同上
サバ	2.3～3.2	2.8	4～12	6	70～480	100	0.7～4.0	2.5	1～5.5	3.5	張りのつよさは割に巾を有する。
サンマ	1.0～1.3	1.1	4～6	6	75～200	100	0.4～2.0	1.0	0.6～2.2	1.2	網糸本数はほぼ一定，張りのつよさはほぼ目合（魚体の大きさ）に比例し，その値は小さい。
マグロ	6～12	8.0			20～70	100	3.5～1.9	6.0	7.5～37	11.0	沈子，沈子綱を欠く，張りのつよさは目合とほぼ比例する。
コノシロ	1.1～2.5	1.5		4	50～300	30	0.6～1.5	0.9	1～2	1.2	張りのつよさはほぼ目合に比例し，その値は小さい。
カツオ	2～3.4	2.5	6～18	6	40～500		0.25～2.2	1.3	0.5～4.5	2.0	沈子，沈子綱を欠く，張りのつよさは掛目数とほぼ比例し，その値は割に小さい。
トビウオ	3.6～6.4	1.7	4～6	4	30～200		0.3～0.9	0.55	0.35～1.4	0.8	張りのつよさはほぼ一定，値が小さい。
サワラ	2～4.2	3.5	15～21	15	40～175		0.3～3	1.3	0.4～6	2.0	沈子，沈子綱を欠く，張りのつよさは巾を有する。
サメ	5.5～10	6.0			20～40	25	4～14	9.0	6～25	14.0	張りのつよさは目合とほぼ比例し，刺網中最も大きい。
アジ	1.8～2.8	2.4	4～8	6	150～450		1.2～2	1.6	2～3.4	2.5	
イワシ	1.3～1.6	1.4	4～6	4	140～700		0.7～3.8	2.3	1～4.5	3.0	張りのつよさは掛目数とほぼ比例する。

底刺網

魚種	目合 範囲	目合 モード	網糸本数(綿網本数) 範囲	網糸本数(綿網本数) モード	掛目数 範囲	掛目数 モード	張りのつよさ gr 中央値 範囲	張りのつよさ gr 中央値 代表値	張りのつよさ gr 最大値 範囲	張りのつよさ gr 最大値 一	備考
	寸	寸	本	本	目	目					
ブリ	5.5～7.4	6.0		60	10～30	20	4～17	10	5～19		張りのつよさは掛目数，網糸の本数と無関係に大きくばらつく。
イナダ	2～4	3	9～12		50～100	100	0.5～18		1～19		張りのつよさはほぼ一定。
スケソウ	2.8～3.5		4～6	4	25～75	75	2～5.6	3.5	2～6		
タラバガニ	12～18	16	15～24	15	6～13	7	0.4～7	4.5	0.5～8		
カニ	2.5～6		4～18		5～80		0.1～3		0.15～3.5		
サメ	4.8～8	6	12～30		16～40	25	1～21	12	1～22		張りのつよさは目合の増すほど著しく大きい値を示す。
タラ	4.0～5.5	5	9～12	12	15～42	20	0.7～8.5		1～9		張りのつよさの巾が大きい。
タイ	2.5～5.2			9	10～45		0～1.3	0.3	0.2～1.6		張りのつよさは非常に小さい。
エビ	1.3～4		4～6	4	10～100	13	0～1	0.5	0～1		
カレイ	2.9～8	5	4～12	4	10～50	20	0.3～4	1.5	0.3～4.5		
アジ	2～2.8		6～8	6	80～130	100	1.9～4.9	3.0	2～5.3		

三重刺網（三枚網）といわれる刺網の一種が磯物を対象に近年盛んに用いられるようになつた。明治 30 年に富山県で用いられた「てんから網」（網の下部が二重刺網で石川県で棚網という[23]），明治 40 年にボラ，イナ，チヌ，カレイを獲るによいとして愛媛県が府県水産共進会に展示した二重刺網[24]，三重，長崎，山口諸県でかなり以前から磯建網に用いられた三重刺網などがこれに属する。強く張られた大目の網 2 枚の間に十分たるませた小目の網 1 枚を狭んだものであるから，浮力，沈降力も大きくすることが可能で流れのつよい磯に建てても網立ちがよく，大小様々な魚が大目を枠とする小目網の袋にからまるために，刺網が魚体を選択する欠点を補い，大型魚をからめとる趣向を小型魚にも適用したものである。新潟県ではアミラン三重刺網[25] の浮力と沈降力とを昭和 27 年の 56 匁と 52 匁から 28 年に 96 匁と 102 匁，29 年に 120 匁と 155 匁，30 年に 144 匁と 294 匁と増加したところ最初には風潮で網が吹かれて浮き上つたものが終りには潮やうねりのあるときにかえつて魚の羅りが良くなつてカナガシラ，ホウボウまでも羅るようになつたという。広島県水試では三重刺網[26] を用いると，クルマエビは中層に，スクモエビは下層に，チヌは沈子際に，コノシロは浮子際に刺るものが多く，概して絹網よりもアミラン網が優るという結果を得た。



第 2 図　各種浮刺網の網糸の張りのつよさと平均目合との関係

Fig. 2. The relation between the tension of mesh leg of various kinds of drift net and average length of the mesh.

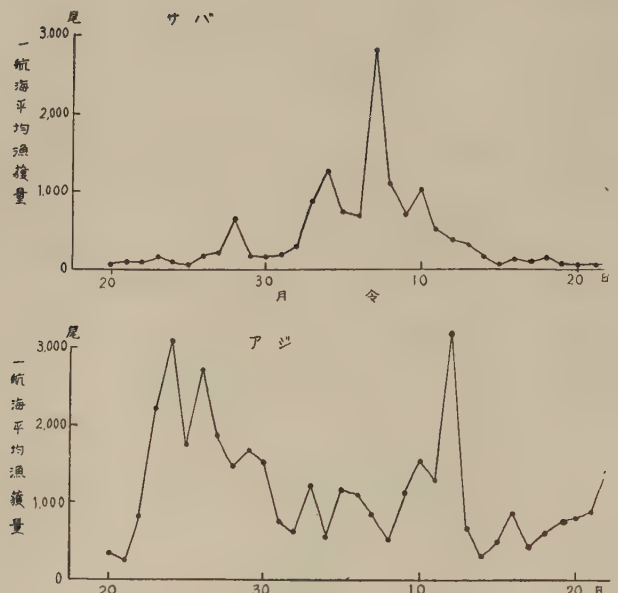
3. 刺網の羅りに影響する各種条件

1)　羅りのよい時刻

魚群は朝夕まづめによく動くといわれる。往時茨城県等で行なわれたマグロ流網漁業では夜間 10 時頃のヨイアミ，朝 4 時頃のアサアミの 2 回揚網された[27]。イセエビが活発に動くのは 18～20 時と 2～4 時の 2 回[28] であり，クルマエビが移動するのは日没 30 分後から 3 時間の間と夜明前の 2 回であるといわれる[29]。

暗い程魚群には網が見付けられ難いから，日中よりは夜中，月夜より闇夜，水が澄むときよりも濁つたときにより良い漁が見込まれるし，水中で目立たない色調が選ばれることにもなる。例えば昼間のサヨリ刺網（東京湾）が従来の絹糸よりも見難いナイロン系の網を用いて成績を高めた如き，滋賀県琵琶湖のマス刺網がナイロン系の網になつて絹網当時の月明時の薄漁が克服できた如き[30]，高知のマグロ流網[31] でも北洋サケマス流網でもヒキのあるとき漁が悪いといわれる如きは見難い方がよいという推定を是認する例であるが，三重刺網ではあるが広島で昼間には無染ナイロン網がカツチ染絹網と大差ないのに夜間には前者が後者よりも断然優るというが如き[26]，上の推定とむじゆんする例もある。

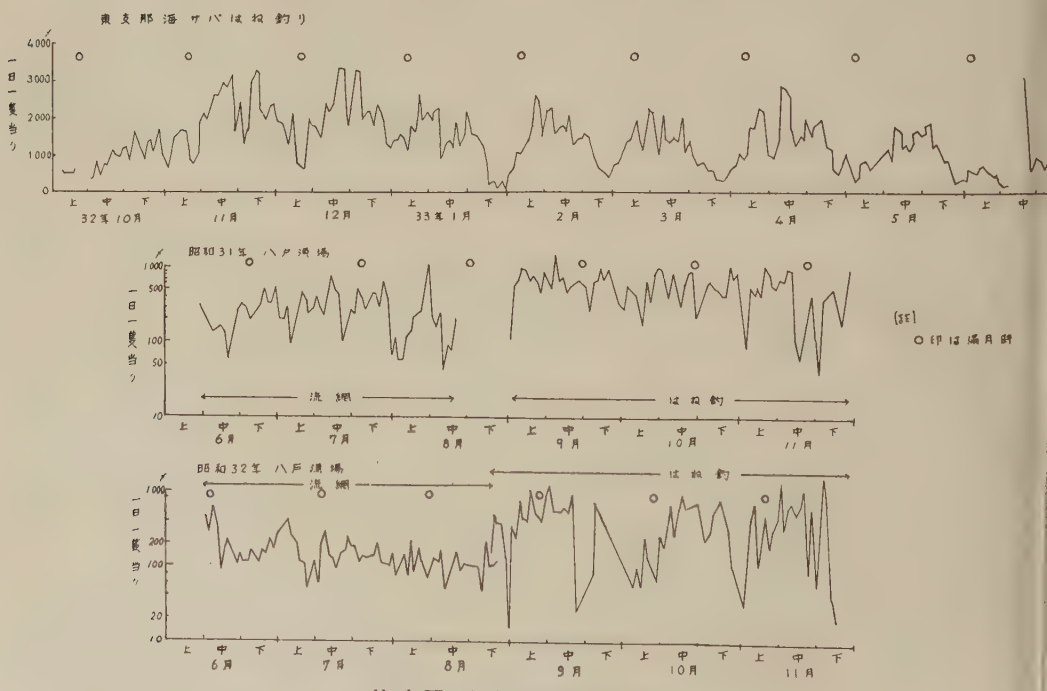
夜間の刺網漁は月令で漁不漁があるようによくいわれる。イセエビは月明の大潮時には刺網に羅らないとか，マグロは暗夜しかも荒天のとき流網によく羅るが[27]，月夜には羅らない[32] とかいわれる。川名[33] は釧路のマグロ流網漁船 1 航海平均漁獲量が月令 3～11 日に多いことをみた。朝鮮西岸での試験[34]（第 3 図）によると，漁船の 1 航海平均漁獲量の日々の変化の状態はサバとアジとで甚だしく違う。サバを対象として著者が調べた八戸沖漁場の流網とはね釣り漁業，東支那海漁場でのはね釣り漁業[35] における 1 日 1 隻当り漁



第 3 図 月令と漁獲量との関係

Fig. 3. The relation between the moon's age and the catch per effort.
Upper……mackerel.
Lower……horse mackerel.

獲高と月令との関係（第 4 図）を見ても，はね釣りではとくに東支那海では満月と漁獲の谷とは密接な一致性が認められそうであるが流網ではあまりはつきりしない。英国東岸のニシン刺網週別漁獲高は満月を中心に持つ週が極大になるが，その傾向は 10 月では満月の週が遅れる程，11 月では早い程著しいといわれるが[36]，産卵ニシンには漁獲が月令と無関係といわれる[37]。英国の仔イワシやニシン[38]，樺太のニシン[39] は夜間に水面近くに上昇し、日中に下降するといわれる。山口県で測定されたところでは[40]，夜明け前に 40 m 以深におつた大羽イワシが太陽が出始めてその附近の水面が 10^{-1}～10^{-2} ルツクスの明るさになる頃一時水面近くまで浮上するが，その後再び 40 m 以深に拡がる。このばあいの照度は 10^{1}～10^{3} ルツクスで



第 4 図 月令と漁獲量との関係

Fig. 4. The relation between the moon's age and the catch per effort of mackerel angling and drift net.

第3表　網地の明暗と羅り

Table 3. The examination on brightness of gill net and fishing efficiency.

その1　昼間操業の場合 (30年, 山口県　樽網 30～40尋)

Part 1. Fishing in day-time.

日別　各単位色網別の羅網尾数

←5間→　100目

緑	白	赤	緑	青	橙	紫	黄	灰	黒
8 5 15	7 1 8 24	10 105 11 4	9 31 10 1	1 10 11	1 14 4	12 2 5 5	18 6	59 7 16	1 7 10
20 1	11 2 1	15 6 2	18		14	3	2 1		5
橙	黄	黒	橙 1	緑	青 1	灰 12 19	紫 5	赤 2 8	白 2
21 2 15	4 10 1 45	5 78 10 34	1 73 14	3 36 10	32 23 3	25 4 40	6 2 80	54 41	8
20 2 2 1	30 24	31 1 8	18 1 1 1	10 2	19 2	36 7 19 5	4 5 10	5	3
紫	橙	黒	黄	白 1	紫 9	灰 3 10	青 1	赤 10	緑 4
26 2 1 19	19 32 29	78 34	24 1	31 1 1	1 36 1	12 3 33	24 10 65	5 5 42	1 4
6 8	27 9	25 3 13	1	2	23	23 15 5 6	2 4	3 5 2	4 1
灰	青	黄	白	橙	紫 1	赤	灰 5 3	黒 3	緑 1 1
3 9	4 28	55 10	20 1	33	37 21	6 18	2 3 30	17 6	
4	22 1 1	7 3		4	9	13 16	1 21	19 20	
白	白 1	緑 1	黒	赤 1 9	青	紫	灰 13	橙 5	黄
1 12	5 72	23 9	12 2	12	11 9	1 5	3 20	1 4	
1 1	4	1		1			22	16	1
赤	緑	赤 1	黄	紫 1	白	青	橙	黒	灰
1 28	5	1 9 10	1	2 1	1	1	4	1	
		1						3 9	9

(註) 各欄の日付下記の如し

色 a b c	a … 30.1.8,	d … 30.1.15,
d e f g	b … 30.1.11	e … 30.1.25,
h i j k	c … 30.1.13,	f … 30.1.27,

g … 30.1.28,　j … 30.2.13,
h … 30.2.10,　k … 30.2.14,
i … 30.2.12,

検討表

網の明るさでもって目立つ程度を代表させ, 水深 50m, 太陽高度 90°のときの色網地のもつ明るさで比較して 明るさの順序は 白 黄 緑・青 橙・紫 赤 灰・黒 とした。

隣りの単位色網と比較し (水平では右隣りの網と垂直では下隣りの網と比較する), それより暗いとき＋, 等しいとき・明るいときを－とし 又漁獲尾数で比較して多かったときを＋, 等しいき・, 少なかったときを－とする。漁獲は4尾以上のものについて検討する。

(i) 水平における検討

30.1.8

	+	•	−
+	1	0	1	2
•	0	0	0	0
−	0	0	2	2
	1	0	3	

(1+2)−(1+0)>0

30.1.11

	+	•	−
+	6	0	2	8
•	0	0	0	0
−	0	0	5	5
	6	0	7	

(6+5)−(0+2)>0

30.1.13

	+	•	−
+	2	0	0	2
•	0	0	0	0
−	0	0	2	2
	2	0	2	

(2+2)−(0+0)>0

30.1.15

	+	•	−
+	7	0	6	13
•	0	0	0	0
−	4	0	6	10
	11	0	12	

(7+6)−(4+6)>0

30.1.25

	+	•	−
+	11	0	9	20
•	1	1	0	2
−	7	0	11	18
	19	1	20	

(11+11)−(7+9)>0

30.1.27

	+	•	−
+	4	0	2	6
•	0	0	0	0
−	1	0	5	6
	5	0	7	

(4+5)−(1+2)>0

30.1.28

	+	•	−
+	8	0	10	18
•	0	0	0	0
−	8	0	9	17
	16	0	19	

(8+9)−(8+10)>0

30.2.10

	+	•	−
+	9	0	9	18
•	0	0	1	1
−	3	1	9	13
	12	1	19	

(9+9)−(3+9)>0

30.2.12

	+	•	−
+	6	0	2	8
•	0	0	0	0
−	0	0	8	8
	6	0	10	

(6+8)−(0+2)>0

30.2.13

	+	•	−
+	2	0	2	4
•	0	0	0	0
−	2	0	2	4
	4	0	4	

(2+2)−(2+2)=0

30.2.14

	+	•	−
+	3	0	2	5
•	0	0	0	0
−	1	0	4	5
	4	0	6	

(3+4)−(1+2)>0

集計

	+	•	−
+	59	0	45	104
•	1	1	1	3
−	26	1	63	90
	86	2	109	

(59+63)−(26+45)>0

(ii) 上下における検討

30.1.8

	+	•	−
+	0	2	0	2
•	0	0	0	0
−	0	0	2	2
	0	2	2	

(0+2)−(0+0)>0

30.1.11

	+	•	−
+	4	1	1	6
•	0	0	1	1
−	1	1	4	6
	5	2	6	

(4+4)−(1+1)>0

30.1.15

	+	•	−
+	3	2	9	14
•	0	0	0	0
−	3	0	4	7
	6	2	13	

(3+4)−(3+9)<0

30.1.25

	+	•	−
+	10	2	9	21
•	0	2	0	2
−	6	0	6	12
	16	4	15	

(10+6)−(6+9)>0

30.1.27

	+	•	−
+	4	1	3	8
•	0	1	0	1
−	0	0	1	1
	4	2	4	

(4+1)−(0+3)>0

30.1.28

	+	•	−
+	10	4	8	22
•	0	1	1	2
−	0	0	7	7
	10	5	16	

(10+7)−(0+8)>0

30.2.10

	+	•	−
+	12	4	6	22
•	0	0	2	2
−	1	0	8	9
	13	4	16	

(12+8)−(1+6)>0

30.2.12

	+	•	−
+	4	0	1	5
•	0	1	0	1
−	2	2	6	10
	6	3	7	

(4+6)−(2+1)>0

30.2.13

	+	•	−
+	2	1	2	5
•	0	0	0	0
−	0	0	3	3
	2	1	5	

(2+3)−(0+2)>0

30.2.14

	+	•	−
+	3	0	1	4
•	0	1	0	1
−	0	1	4	5
	3	2	5	

(3+4)−(0+1)>0

集計

	+	•	−
+	52	17	40	109
•	0	6	4	10
−	13	4	45	62
	65	27	89	

(52+45)−(13+40)>0

その 2 夜間操業の場合（30年，鳥取県 樽網 20～30尋）

Part 2. Fishing in night-time.

日別 各星位色網別の羅網尾数

緑	白	赤	緑	青	橙	紫	黄	灰	黒
1	6	4 1	7 3	2		6 1	4	3 1	
2	1			1		2			
	1 2	1 1				1	1		
橙 2	黄 3	黒 2	橙 17	緑 12	青 1 1	灰 7	紫 4 4	赤 3	白 1
2	1		1			1			
	4	7							
紫 2	橙 3	黒	黄 8 4	白 9	紫 7	灰 10 2	青 7	赤 4	緑 1
1	1	1 2	2 3	3 1	1 1 1	1	2		
	1	1 6	1 2	1		3	2		
灰 2	青 2 2	黄 2	白 8 1	橙	紫 6 2	赤 5 1	灰 1 3	黒 1	緑
		1 1 5	1 1 1		2 1 5	3 1			
			1	1				1 1	3
白 3	白 3 3	緑 1	黒	赤 2	青 3 2	紫	灰 7	橙 2	黄 1
2	3 3	3	1	1 1 1	4 2 5	2		1	
	1 1			1	1	3 1	4		
赤 1	緑	赤 3 1	黄 4	紫	白 2 2	青 3 1	橙 8	黒	灰 2
1	6	1 1 2	1	2	2	1 2			
2	1 6				1		3		3

（註） 各網の日付下記の如し

色 a b	a …… 30.3.24,	d …… 30.4.1, g …… 30.4.13
c b e	b …… 30.3.25,	e …… 30.4.2,
f g	c …… 30.3.31,	f …… 30.4.9,

検討表

(i) 水平における検討

30.3.24

	+	·	−	
+	6	0	12	18
·	0	0	0	0
−	4	0	7	11
	10	0	19	

(6+7)−(4+12)<0

30.3.25

	+	·	−	
+	2	0	0	2
·	0	0	0	0
−	1	0	1	2
	3	0	1	

(2+1)−(1+0)>0

30.4.2

	+	·	−	
+	1	0	2	3
·	0	0	0	0
−	4	0	1	5
	5	0	3	

(1+1)−(4+2)<0

30.4.13

	+	·	−	
+	2	0	1	3
·	0	0	0	0
−	2	0	2	4
	4	0	3	

(2+2)−(2+1)>0

累計

	+	·	−	
+	11	0	15	26
·	0	0	0	0
−	11	0	11	22
	22	0	26	

(11+11)−(11+15)<0

(ii) 上下における検討

30.3.24

	+	·	−	
+	5	1	7	13
·	0	0	1	1
−	4	2	3	9
	9	3	11	

(5+3)−(4+7)<0

30.3.25

	+	·	−	
+	1	1	0	2
·	0	0	0	0
−	1	0	1	2
	2	1	1	

(1+1)−(1+0)>0

30.4.2

	+	·	−	
+	1	0	1	2
·	1	0	1	2
−	1	1	1	3
	3	1	3	

(1+1)−(1+1)=0

30.4.13

	+	·	−	
+	1	1	1	3
·	0	0	0	0
−	0	0	3	3
	1	1	4	

(1+3)−(0+1)>0

累計

	+	·	−	
+	8	3	9	20
·	1	0	2	3
−	6	3	8	17
	15	6	19	

(8+8)−(6+9)

あつた。能登半島では日没後沈下した大羽イワシは 20～22 時頃一時浮上して産卵を行うものらしい[41]。

以上によつて，刺網が目立たない方がより羅りそうであるが，これも例外があり，刺網漁の良否に月令が関係するという説も一般には成立せず，日出時と日没時に魚が活発に動き回ることは一般であつても，この運動が照明だけで誘起されると考えるのは危険であることがわかる。

2) 網の明暗と羅り

刺網の漁獲を高めようとして，黄田[42]，吉田[43]，山口水試[44]，広島水試[26]，福岡水試[45] その他が試験を行なつたが，これ等はいずれも背景に対する網の対照によつて網の目立ちの程度が決まることを考えないで行なわれたものであるために，その結果は区々で纏つた所見がえられなかつた。そこで山口県の大羽イワシ流網の試験結果を背景に対する網の目立ち方に違いがあるばあい，左右にまたは上下に隣合う 2 枚の網のうち目立たない方により多く羅るといえるかどうかを検討することにした。第 3 表の示す通り，網の明るさでもつて目立つ程度を代表させた結果，昼間では暗い方に羅りが多いようであるが，夜間ではこのような違いがないことが明らかである。

4. 刺網による魚体の選択

刺網が目に突込ませて魚をとるものである以上，一つの目巾にとまる魚の大きさに下限もあり上限もあることはいうまでもないことで，これまでも多くの測定が行なわれた[46~63]。

ここでは著者の行なつた東京湾のセイゴ・コハダ刺網と日本海のイワシ流網試験における漁獲物について鰓周 C_G と，とまつた位置の体周 C_D および体周の最大値 C_M を測つて第5図にヒストグラムとしてその分布を示す。イワシ・セイゴ・コハダいずれの場合も網目1目を囲む4脚の長さ（湿潤時）$2L$ は C_G の平均値よりかなり小さく，C_M の最小値に等しいか稍々小さく，C_D の大部分は $2L$ より大きい。なお落ちイワシは全漁獲量の 1.5～2.5 割に達するが，それ等は羅つたものよりはるかに大きい。

刺網に羅る魚はある範囲の大いさものであるということは同じ漁場で用いられた刺網と巾着網との漁獲物の大いさをくらべても判る。第6図はサヨリについてえられたものである。

第5図よりセイゴとコハダとを比較すると，16.5 節でも 19.5 節でも羅つた魚の C_G, C_M 共にコハダよりセイゴの方が大きい値を示す。このようなことは魚体の型や弾性に関係するであろうし，また網糸の張りのつよさや弾性並びに魚の運動力にも関係するであろうが，これらの吟味については後述する。

第 5 図　体周分布（次頁記載）に関する資料

資料場所：

1. イ　ワ　シ　昭和30年2月　山口県豊浦郡特牛沖合
2. セイゴ・コハダ　昭和29年6～10月　千葉県東葛飾郡浦安沖合

網地の目合と材料：

1. イワシ刺網

網地材料	目合	測定目合 (L)	同換算目合
綿糸網 20′s, 4本	7.8 節	4.02 cm	8.52 節
アミラン網 210 D, 4本	8.5 節	3.95 cm	8.68 節
クレモナ網 20′s, 4本	9.0 節	3.78 cm	9.0 節

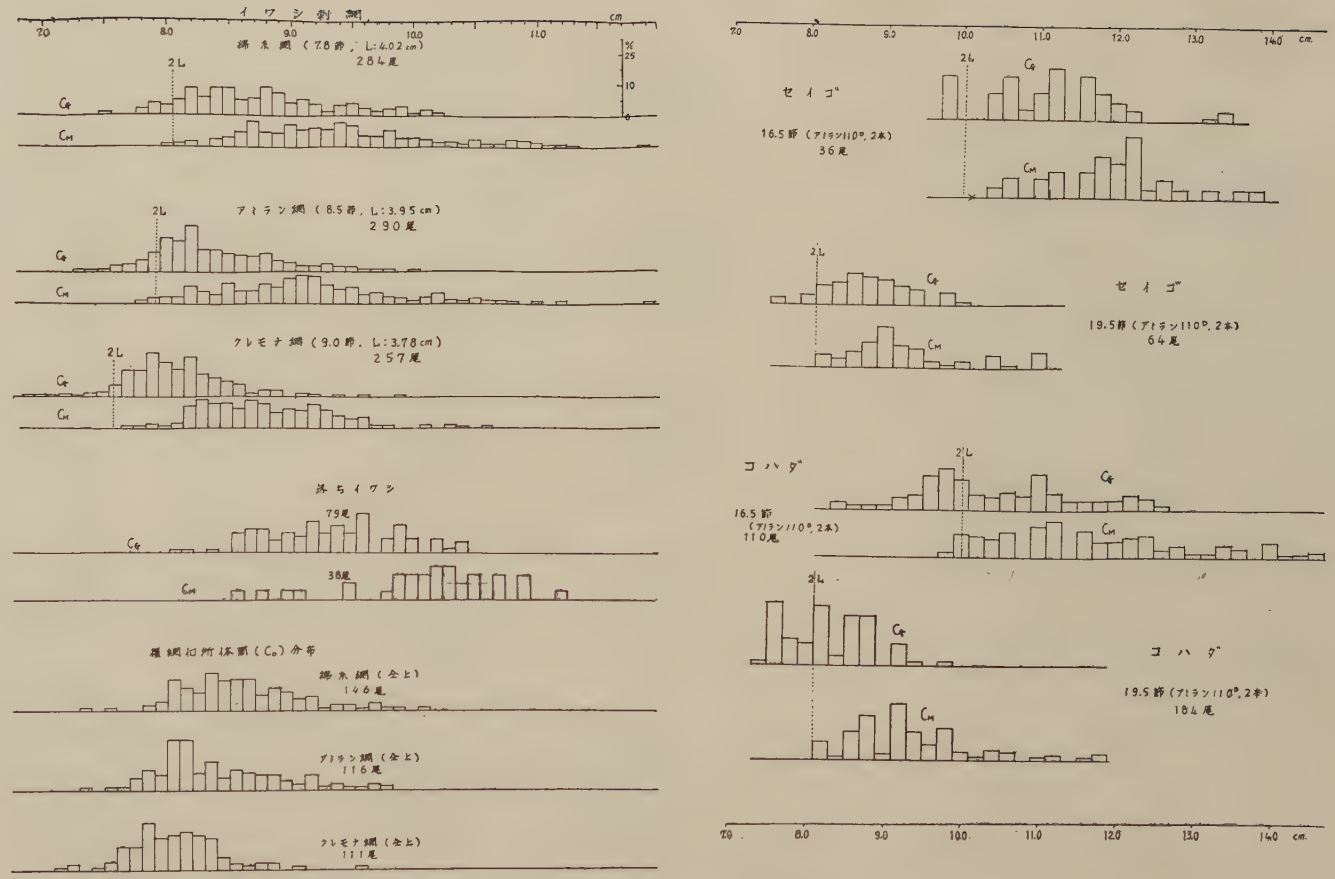
2. セイゴ・コハダ刺網

網地材料	目合	測定目合 (L)
a. アミラン 110 D, 2本	16.5 節 (但し鯨1尺当)	5.0 cm
b. 〃 〃 〃	19.5 節	4.03 cm

魚体測定部位：

各魚種につき　鰓部体周 (C_G)，最大体周 (C_M)，羅網個所体周 (C_D)

但し落ちイワシ（魚体大きく網目にかろうじて刺るもの，揚網の際甲板等に落ちる）については C_G 及び C_M のみ。



第 5 図 刺網による漁獲魚の体周分布

Fig. 5. Frequency distribution of gill girth C_G, maximum body girth C_M, and gilled girth C_D on sardine gill net.

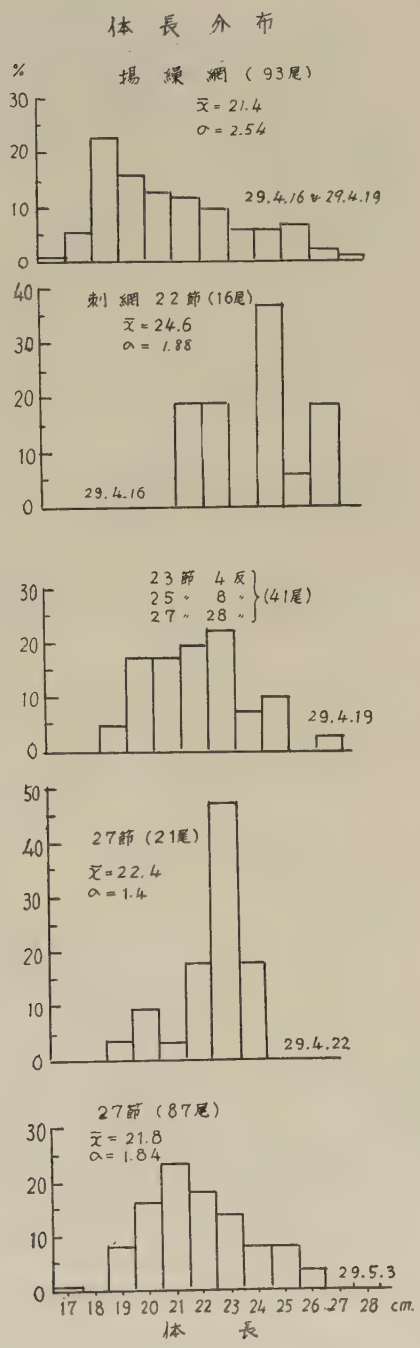
漁具の種類及び場所

サヨリ刺網：アミラン 110 D，2本　22, 23, 25, 27 節（鯨1尺当）
サヨリ巾着網：浮子方 200 間，25 人，2 艘旋

昭和 29 年 4 月 16～22 日，千葉県東葛飾郡浦安町沖合

操業及び漁業概況

比較した両漁具操業の漁場水深は 3 m 前後，刺網の方が稍々岸寄りだが，殆んど同一時期，同一漁場と見てよい。漁場は三番瀬。



第 6 図　刺網と巾着網とによる体長分布

Fig. 6.　Frequency distribution of body length in gill net and purse seine.

文　献（II 章）

1) 北海道庁水試：北洋鮭鱒沖取漁業調査試験復命書，1931.
2) 農林省水産局：北千島における水産業調査報告書，1936.
3) 北海道庁水試：北千島鮭鱒鰊沖取漁業調査試験復命書，1932.
4) 鳥取県水試：トビウオ刺網アミラン使用試験，1954.
5) 長崎県水試：合成繊維エビ刺網試験，1951.
6) 福井県水試：合成繊維（ナイロン，カネビヤン）による底刺網漁業試験，福井県水試事業報告，28年度.
7) 安部文雄・中村悟・森格：道東サケ・マス漁業のアミラン漁網試験，北水試月報 11 (4)，1954.
8) 長崎県水試：アミラン漁網使用による磯建網操業試験，五島灘並びにその周辺調査 14 号，1955.
9) 東京都水試：トビウオ刺網でのアミラン漁網試験，東京都水試事業報告，月報 27 年度.
10) 徳島県水試：合成繊維エビ刺網試験，水試だより 9 号，1955.
11) 鹿児島県北薩水試：磯建網の合成繊維化について，指導所だより，3 (5)，1954.
12) 愛知県水試：アミランによるサワラ流網試験，愛知県水試事業報告，昭和 26～28 年度.
13) 三重県水試：合成繊維（アミラン）網による漁網比較試験（底刺網），三重水試時報，167，1951.
14) 黒岩護・殿谷次郎：合成繊維（アミラン）による磯建網漁業試験，徳島県水試事業報告，昭和 29～32 年度，1958.
15) Molin: Fishing tests with nets made of monofilnylon., World Fish. Abst., 2 (1), 1951.
16) Rahm: Gill nets made of perlon monofilament., World Fish. Abst., 7 (2), 1956.
17) *Anonymous*: Nylon fishing nets., Canadian Fisherman, 39 (9), 1952.
18) Lawler, G.H.: The use of nylon netting in the gill net fishery of the Lake Erie white fish., World Fish. Abst., 2 (1), 1951.
19) *Anonymous*: Nylon gill nets experiment., Commercial Fish. Abst., 3 (6), 1950.
20) Saetersdal, G.: On the fishing power of nylon gill nets., Modern Fish. Gear of World, London, 1959.
21) Brandt, A. von: Perlon-netze in der loggerfischerei., Fishwirtschaft, 1955.
22) 秋田県水試：イワシ流網漁業試験．秋田県水試事業報告，1913～1915.
23) 農商務省水産局：第 2 回水産博覧会審査報告，1 (1)，1899.
24) 水産共進会：府県連合水産共進会審査復命書，1907.
25) 解良清一：磯底刺網漁業の技術改良，第 2 回水産業技術改良普及研究発表資料，1956.
26) 広島県水試：合成繊維三重網について，広島水試だより 31，1953.
27) 磯前勘三郎：茨城県平磯町マグロ流網，大日本水産会報 146，1894.
28) 久保伊津雄：イセエビの羅網時刻，水産増殖 1 (1)，1953.
29) 大畠昌義：エビ建網の改良，第 2 回水産業技術改良普及研究発表資料，1956.
30) 滋賀県水試：アミラン漁網による漁獲試験，滋賀水試報告 1，1952.
31) 高知県水試：マグロ・フカ流網漁業試験，高知水試事業報告，大正 4～5 年度.
32) 新潟県水試：マグロ流網適否試験，新潟水試事業報告，1902～1906.
33) 川名武：マグロ漁と海況との関係について，水産調査報告，第 31 冊，1934.
34) 朝鮮総督府水試：アジ・サバ刺網漁業試験，朝鮮総督水試報告，昭和 9 年度.
35) 鹿児島県水試：東支那海サバはね釣漁況（プリント），1958.
36) Savage, R.E. and Hodgson, W.C.: Lunar influence on the East Anglican herring fishery., Jour. du Conseil, IX (2), 1934.
37) 鎌田武造：ニシン流網漁業試験，水産講習所報告，5 (5)，1909.
38) Richardson, L.D.: Some reaction of pelagic fish to light as recorded by echo sounding., Fish. Invest., XVIII (1), Series II, 1952.
39) Yudovich, Yu. B (1954): 樺太ニシンの探査と漁業（ソビエト漁業研究会による訳文），ソビエト漁業資料，7，1955.
40) Nomura, M.: On the behaviour of fish schools in relation to gill nets., Modern Fishing Gear of World, London, 1959.
41) 伊東祐方・渡辺和春・西村三郎・笠原昭吾：能登海域におけるマイワシの産卵時刻と夜間の行動，日本海区水研研究年報 1 号，1955.
42) Kida, T.: The colours of the nets and their efficiency on fishery., 水産学雑誌 35，1932.
43) 吉田秀一：漁具漁法の改良，水産研究誌，32 (2)，1937.

44) 山口県水試：アジ底刺網漁業試験，山口水試事業報告，1934.
45) 福岡県水試：大羽イワシ刺網漁業試験，福岡水試事業報告，昭和31年度.
46) H.J. Buchaman-Wallaston: On the slective action of a trawl net with some remarks on selective action of drift nets., Jour. du Conseil, II (3), 1927.
47) Hodgson, W.C.: Preliminary note on experiments concerning the selective action of drift nets., Jour. du Conseil, II (3), 1927.
48) Hodgson, W.C.: Further experiment on the selective action of commercial drift nets., Jour. du Conseil, VIII (3), 1933.
49) Hickling, C.F.: The selective action of the drift-net on the Cornish pilchard., Jour. du Conseil, XIV (1), 1939.
50) Farran, G.P.: On the mesh of herring drift-nets in relation to the condition factor of the fish., Jour. du Conseil, XI (1), 1936.
51) Tester, A.L.: The selectivity of herring drift-nets., Prog. Rept. Fish. Res. Bd. Canada, 24, 1935.
52) Sekharan, K.V.: Size-groups of choodai taken by different nets and in different localities., Indian Jour. Fish., VI (1), 1959.
53) Carrothers, P.J.G.: The selection and care of nylon gill nets for salmon., Fish. Res. Bd. Canada Tech. St. Indust. Memo., No. 19, 1957.
54) Peterson, Alvin E.: The selective action of gill nets on Fraser River sockeye salmon., Bull. 5, Int. Pacific Salmon Fish Commision, New Westminister. B.C. Canada, 1954.
55) Margetts, A.R.: The length-girth relationship in haddock and whiting and their application to mesh selection., Jour. du Conseil, XX (1), 1954.
56) Havinga, B. and C.L. Deelder: The relation between the size of meshes of gill nets and the size of *Lucioporca sandra* in the catches., Rapp. et. Pra.-Verb., 125, II, 1948.
57) 朝鮮総督府水試：朝鮮東岸サバ漁業連絡試験成績，朝鮮総督水試報告，1940.
58) 中野麟一：マイワシの体長と頸周との関係について，鳥取水試報告，34，1955.
59) 寺井正雄：昭和6年春季の漁獲物より見たるサワラ流網網目の大ささ，山口水試瀬戸内海分場事業報告，1935.
60) 丸川久俊：タラバガニ調査，水試報告 4，1933.
61) 今田光夫：ニシン刺網の網目の大いさと年令との関係，北水試月報 9 (3)，1952.
62) 田口喜三郎：北洋の鮭鱒漁業とその資源，日魯漁業，1957.
63) 丹羽正一・湧井徳蔵：網目の選択性について，新潟水試事業概要，昭和30，31年度.

III. 魚群の行動と刺網漁具の作用

—— 主として大羽イワシ流網について ——

1. 魚群の行動と刺網

1) 魚群の深さと刺網のタル綱の長さ

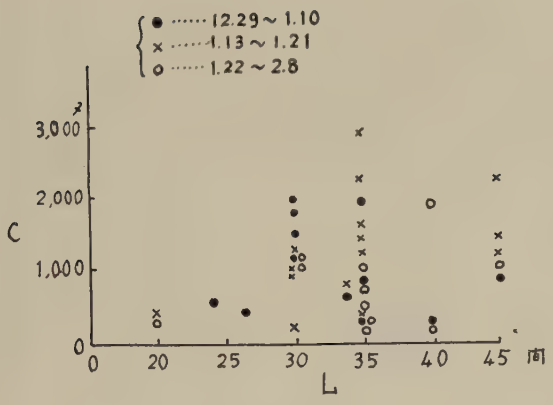
主として昼間漁業の行なわれる山口県沖合での大羽イワシ流網漁業では，昭和 31 年には殆んど各船が魚探を装備し，魚群映像の水深，型，大いさ，濃淡等を観察して漁獲しようとする魚群の集団の潮上に適宜離れて投網するのが一般である。そこで記録し回収された魚探記録紙から探査水域と投網された刺網の近くとにおける映像の型と映像の上端の深さとを測り，これらを別に調べたタル綱の長さと漁獲量とに対比した。第4表に漁獲量 C（貫），タル綱の長さ L（間），魚群像の深さとその平均値 D（間）と最大と最小との差 H（間），羅網状況および $L—D$ の値等を示す。タル綱の長さに対して漁獲量 C を時期別にプロットすると第7図に示すようになつて，タル綱が 30 間よりも長いときに大きい漁があらわれる。魚群映像の深さとタル綱の長さを時期別にまとめると第8図に示すようになつて，1月後半で魚群映像が深くなるとタル綱も長く延ばされるような傾向が認められる。漁獲量 C を魚群映像の上端の平均値から刺網の上縁までの深さ ($L—D$) に対してプロットすると第9図に示すようになつて $L—D$ の値が多くのばあい +5～+20 で，漁

第 4 表 記録紙による魚群の深さ，その他

Table 4. The depth of fish schools by fish finder recording, the catch, the length of float line, and the types of recording images.

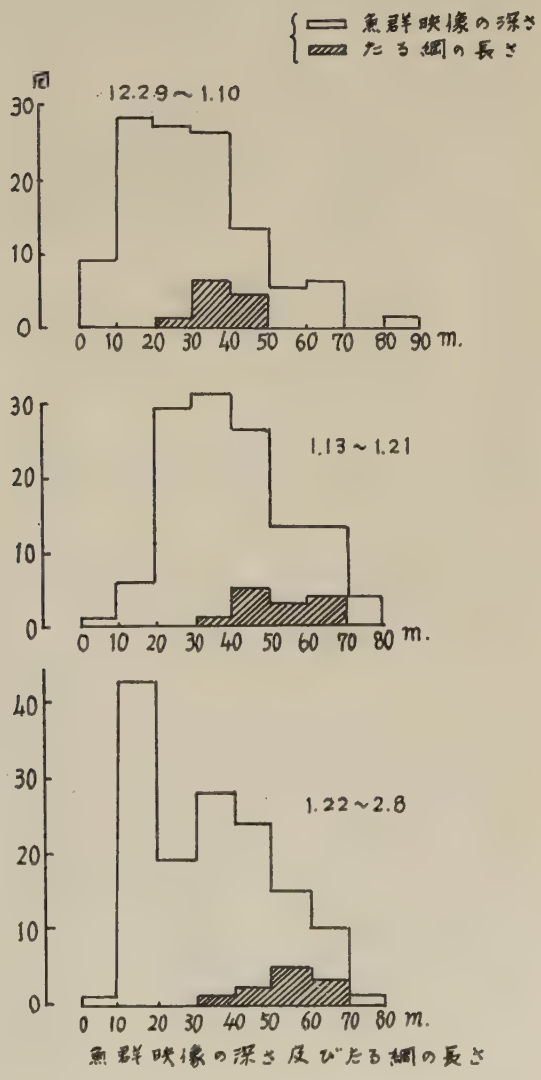
No.	昭和31年 月 日	漁獲 C (貫)	たる綱の長さ L (間)	魚群の深さ (Meter)	略々平均の深さ D (間)	最大—最小 (魚探紙より)	*羅り方 (魚探紙より)	**魚群映像の型	L—D (間)
1	30. 12. 29	2,000	30	39, 13, 25, 19	16			H	14
2	12. 30	500	24	18, 31, 20, 13, 18, 8, 6, 6, 6, 13, 18, 6, 8	9	9	上	D	15
3	〃	300	27	20, 20, 25, 28, 20, 24	20	5	上(上に逃)	B, D	7
4	〃	1,100	30	20, 16, 20, 10, 15, 10, 10, 15	10	7	中上	F	20
5	31. 1. 5	2,000	35	36, 36, 38, 38, 40, 40, 40, 42, 42, 44, 44, 44, 48, 50 55, 62	29			D, H	6
6	〃	1,800	30	54, 64, 54, 64, 33	35	20	中上	F	−5
7	1. 12	800	35	39, 45, 39, 13, 15, 23, 20, 19, 13, 19, 25, 45, 30, 25 25, 28, 29, 30, 31, 31, 21, 25, 25, 33, 25, 44, 54, 25 38	20			D	15
8	〃	300	35	23, 25, 28, 25, 35, 45, 29, 36	20			C, F	15
9	〃	600	33	51, 39, 30, 45, 25, 28, 20, 25, 28, 33, 33, 39, 39, 25	22			D	11
10	1. 10	1,500	30	80, 67, 45, 13, 19, 31, 19, 13, 13	22	47	中(上に逃)	D	8
11	1. 13	1,500	35	42, 38, 35, 38, 36, 60, 36, 25, 20, 25, 23, 28, 28, 36 34, 34, 44, 35, 23, 28	23	27	中下	D	12
12	1. 17	1,500	45	52, 45, 45, 45, 46, 49, 49, 45, 36, 32, 56, 67, 52, 39 39, 41	31	23	上	F	14
13	〃	750	45	44, 61, 45, 58, 45, 57, 49	30	11	中	F	15
14	1. 15	1,000	30	33, 39, 31, 41, 29, 25, 23, 21, 21, 21, 21, 28	19			D	11
15	1 16	1,200	45	39, 71, 75, 58, 54, 49, 70, 64, 51, 64, 72, 64, 59, 64 36, 56, 64, 64, 52, 52	37			C	8
16	〃	600	20	20, 20, 24, 24, 20, 22, 20, 20, 20, 24, 30, 24, 24, 30	14			F	6
17	〃	1,200	30	6～25	10			A	20
18	1. 19	250	30	40, 42, 40, 60	30			C	0
19	〃	800	33	14, 30, 16, 16, 24, 18, 18, 40	15			F	16
20	〃	3,000	35	50, 42, 40, 44, 42	28	7	中上	C	7
21	〃	2,300	35	44, 40, 30, 30, 30, 40, 32, 10, 40	22			F	12
22	〃	1,000	30	70, 50, 42, 80, 70	41			D	−11
23	1. 21	2,300	45	40, 40, 36, 42, 40, 68	29			C	16
24	2. 2	1,200	30	35, 47, 53, 52, 10, 64, 52, 50, 24, 27, 32, 48, 42, 40 62, 27	28	35	上	D, F	2
25	2. 4	1,000	30	23, 45, 43	25	15	中上 (下に逃)	D	5
26	1. 27	100	40	19, 13, 10, 15, 13, 23, 46, 18, 18, 28, 25, 18	14	24	中	F	26
27	2 3	80	35	35, 19, 22, 25, 22, 16, 16, 12, 19, 28, 38, 24, 16, 16 18, 20	14			D	21
28	1. 27	1,000	35	30, 50, 48, 35, 42, 30, 35, 60, 60, 44, 42	29			F	6
29	2. 2	400	35	32, 32, 36, 37, 38, 40, 40, 42, 42, 47, 47, 50, 52, 54 54	29			D	6
30	1. 22	2,000	40	68, 62, 64, 51, 64, 57, 32, 35, 25, 50, 42, 33, 43, 50 52, 60, 62	33			F	7
31	2. 3	250	20	18, 15, 13, 10, 13, 17, 38, 25, 10, 13, 15, 15, 13, 13 15, 25, 36	11			D	9
32	2. 2	700	35	44, 32, 35, 49, 31, 42, 31, 25, 75, 46, 58, 38, 38, 36	28	18	中	D	7
33	2. 4	250	35	18	12			E	23
34	2. 8	1,000	45	10, 17, 17, 18, 10, 10, 23, 16, 15, 17, 22, 25, 35	18			F	27

〔註〕 * 羅り方
上……上部に羅り多い　　下……下部に羅り多い
中……全面に羅る　　中下…中間を主として下部にも羅網
** 魚群映像の型……第 9 表の註を参照



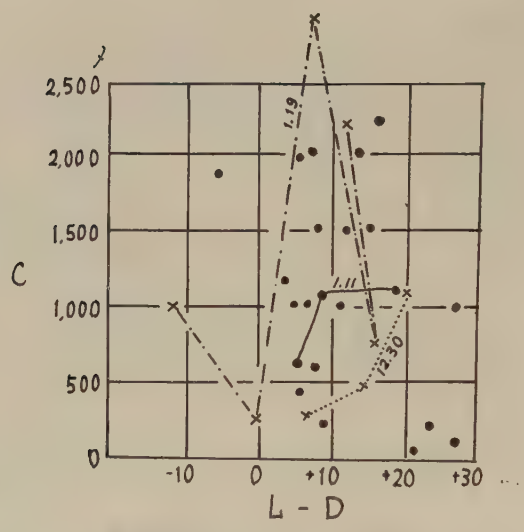
第 7 図　タル網の長さと漁獲量

Fig. 7. The relation between the catch and the length of strop line.



第 8 図　魚群映像の深さ及び
タル網の長さの分布

Fig. 8. The frequency distribution of the depth of fish school and the length of strop line.



第 9 図 C と $L—D$ との関係

Fig. 9. The relation between the amount of catch C and $L—D$.
L: the length of strop line
D: the depth of fish schools

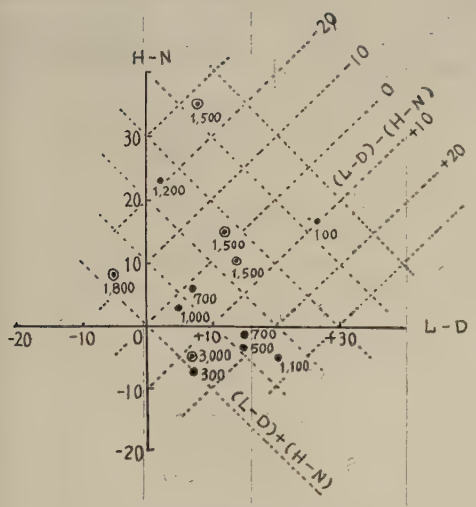
第 5 表

Table 5.

No.	D	H	L	N				C	羅り方	
									魚探紙より	予想
2	9	9	24	12	$D<L$	$H<N$	$D+H<L+N$	500	上	上
3	20	5	27	〃	〃	〃	$D+H<L+N$	300	上	上
4	10	7	30	〃	〃	〃	$D+H<L+N$	1,100	中上	上
6	35	20	30	〃	$D>L$	$H>N$	$D+H>L+N$	1,800	中上	下
10	22	47	30	〃	$D<L$	〃	$D+H>L+N$	1,500	中	全面
11	23	27	35	〃	〃	〃	$D+H>L+N$	1,500	中下	全面
12	31	23	45	〃	〃	〃	$D+H<L+N$	1,500	上	全面
13	30	11	45	〃	〃	$H<N$	$D+H<L+N$	750	中	上
20	28	7	35	〃	〃	〃	$D+H<L+N$	3,000	中上	上
24	28	35	30	〃	〃	$H>N$	$D+H>L+N$	1,200	上	全面
25	25	15	30	〃	〃	〃	$D+H<L+N$	1,000	中上	全面
26	14	24	40	〃	〃	〃	$D+H<L+N$	100	中	全面
32	28	18	35	〃	〃	〃	$D+H<L+N$	700	中	全面

実際＼予想	上	全面	下
上	2	2	0
中	3	5	0
下	0	0	1

実際＼予想	上	全面	下
上（中上）	4	3	1
中	1	3	0
下（中下）	0	1	0



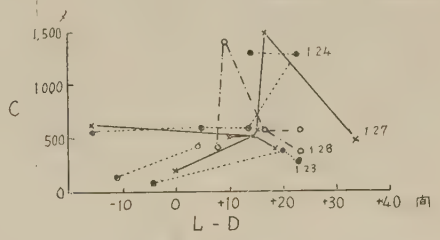
第 10 図　H—N と L—D との関係

Fig. 10. The relation between H—N and L—D.

第 6 表
Table 6.

昭和 30 年

日付	L—D	C	日付	L—D	C
12. 9	10, 22	2,500	1.27	15, 10	550
1.30	20	400	1.28	10	1,400
1.19	10	800	〃	9	470
1.21	10, −4	500	〃	24	370
1.23	20	400	〃	23, 15	700
〃	−5	80	2. 1	0, −15	900
〃	22	300	2. 6	25	300
1.24	−11	200	〃	−9	500
〃	4	400	2. 9	20	1,800
〃	5, −15	700	〃	17, 12	1,500
〃	15	700	2.10	16, 0	1,200
〃	24, 14	1,300	2.12	20, 0	650
1.25	5	80	〃	20	500
1.27	0	200	2.13	25	300
〃	15, −15	700	〃	20	700
〃	19	400	〃	18	185
〃	17	1,500	2.14	17	700
〃	34	500			



第 11 図
Fig. 11.

獲が特に多いのは L—D の値が +5～+15 のときであるようにみえる。魚群映像の上端の最大の深さと最小の深さとの差を H とすると，網丈（N）は 12 間であるから，$D<L$ で $H<12$ ならば魚の羅りは上部の方に多く，$D<L$ で $D+H>L+N$ ならば全面に当り，$D>L$ で $H>12$ ならば下部に多いことが予想できるが第 5 表にまとめた通りで，このような関係は認められない。L—D，H—12 に対して漁獲量をプロットすると，第 10 図に示すようになつて，L—D，H—12，$(D+H)-(L+12)$ の値で漁獲量が支配されるとも思われないが，L—D の値が +5～+15 くらいのとき割合に漁が多いことは前述した通りである。このことは昭和 30 年 2 月のばあいにも当てはまることは第 6 表，第 11 図でみる通りである。

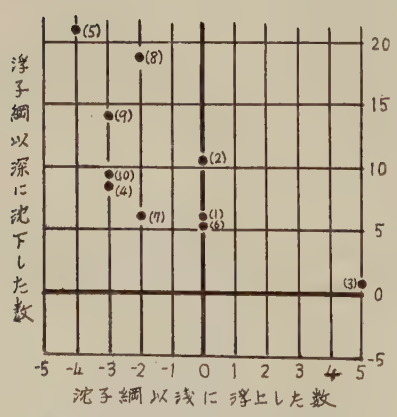
2)　タル網で垂下された刺網に近ずく大羽イワシ魚群

第 4 表にあげた魚探記録のうちには投網後揚網までの間に刺網近くの記録が備わるばあいがあり，このようなばあいを選んで，タル網で垂下された刺網に近ずく魚群の反応を知る目的で，浮子綱以浅と沈子綱以深とに上端をもつ魚群映像を投網以前と以後とで数えて，浮子綱以浅の減少すなわち沈下した数と沈子綱以深の減少すなわち浮上した数を調べると第 7 表，第 12 図に示すような結果になつて，刺網に出合うと大羽イワシ魚群は一般に沈下することがわかる。なお，浮子綱以深に沈下したものと沈子綱以浅に浮上したものとを投網前に浮子綱と沈子綱の間にあつた数を加えると，これで刺網に突当る魚群の見込数がえられるはずであるから，集団中の魚群の大きさにひどい不揃がなければ，この刺網に突当る見込数と漁獲量とは比例する傾向を示すはずであるが，第 13 図にみるように大体においてこの考えは正当である。ただここに用いられた資料は山口県特牛港で 17，8 隻の漁船によつて提供されたものであるから，漁獲があつたばあいが意識的に選択されたものとみなければならない。昭和 30 年の分について同様に取扱つても結果は昭和 31 年の分と一致する（第 8 表，第 14，15 図）

第 7 表
Table 7.

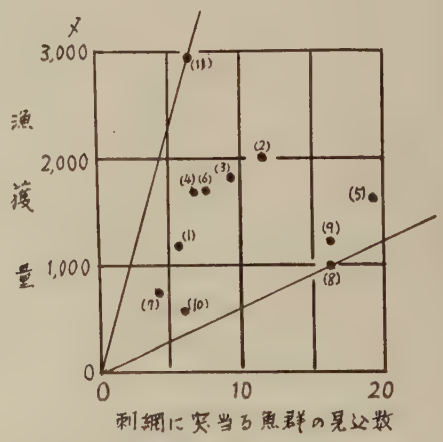
昭和 31 年

番号	魚群の数				漁獲量	刺網に突当る魚群の見込数
	投網直前の魚群 投網直後の魚群	浮子綱以浅 〃	浮子綱・沈子綱間 〃	沈子綱以深 〃		
					貫	
1	9 3	(+ 6)	0	0 0 (0)	1,100	6
2	13 2	(+11)	1	0 0 (0)	2,000	12
3	2 1	(+ 1)	2	6 1 (+5)	1,800	8
4	14 6	(+ 8)	2	0 3 (−3)	1,500	7
5	21 0	(+21)	1	0 4 (−4)	1,500	18
6	15 10	(+ 5)	2	0 0 (0)	1,500	7
7	6 0	(+ 6)	0	0 2 (−2)	750	4
8	24 5	(+19)	0	3 5 (−2)	1,000	17
9	17 3	(+14)	6	0 3 (−3)	1,200	17
10	10 1	(+ 9)	1	0 3 (−3)	600	7
11	6 0	(+ 6)	0	1 0 (+1)	3,000	7



第 12 図 魚群の沈下数と浮上数

Fig. 12. The relation between the number of schools probably sinking down or rising up.



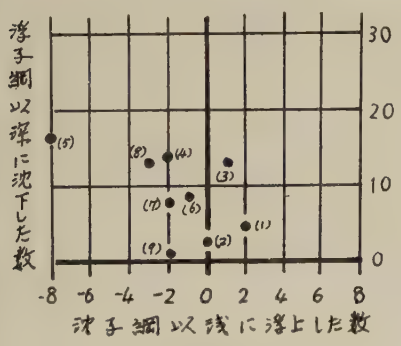
第 13 図 刺網に当る魚群の見込数と漁獲量との関係

Fig. 13. The relation between the amount of catch and the number of schools expected to encounter with the net.

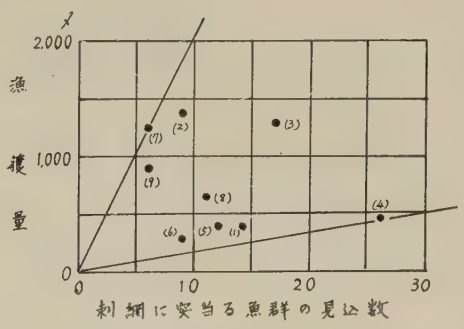
第 8 表
Table 8.

昭和 30 年

番号	記録長 (投網長	魚群の数 浮子綱以浅	浮子綱・沈子綱間	沈子綱以深	漁獲量	刺網に突当る魚群の見込数
1	10cm (6	8 $\left(\frac{8}{10}\times 6 \quad =+5\right)$	12	5 1) $\left(\frac{5}{10}\times 6-1=+2\right)$	貫 400	$\frac{25}{10}\times 6-1=14$
2	10 (7	8 3 $\left(\frac{8}{10}\times 7-3=+3\right)$	9	0) (0)	1,400	$\frac{17}{10}\times 7-3=9$
3	3 (5	8 $\left(\frac{8}{3}\times 5 \quad =+13\right)$	2	3 4) $\left(\frac{3}{3}\times 5-4=+1\right)$	1,300	$\frac{13}{3}\times 5-4=17$
4	7 (7	14 (+14)	10	0 2) (−2)	470	$24-2=22$
5	5 (6	13 $\left(\frac{13}{5}\times 6 \quad =+16\right)$	4	0 8) (−8)	400	$\frac{17}{5}\times 6-8=12$
6	19 (15	40 23 $\left(\frac{40}{19}\times 15-24=+9\right)$	0	0 1) (−1)	300	$\frac{40}{19}\times 15-24=8$
7	20 (13	14 1 $\left(\frac{14}{20}\times 13-1=+8\right)$	0	0 2) (−2)	1,500	$\frac{14}{20}\times 13-3=6$
8	23 (7	42 $\left(\frac{42}{23}\times 7 \quad =+13\right)$	3	0 3) (−3)	650	$\frac{45}{23}\times 7-3=11$
9	28 (6	11 1 $\left(\frac{11}{28}\times 6-1=+1\right)$	29	1 2) $\left(\frac{1}{28}\times 6-2=-2\right)$	900	$\frac{41}{28}\times 6-3=6$



第 14 図
Fig. 14.



第 15 図
Fig. 15.

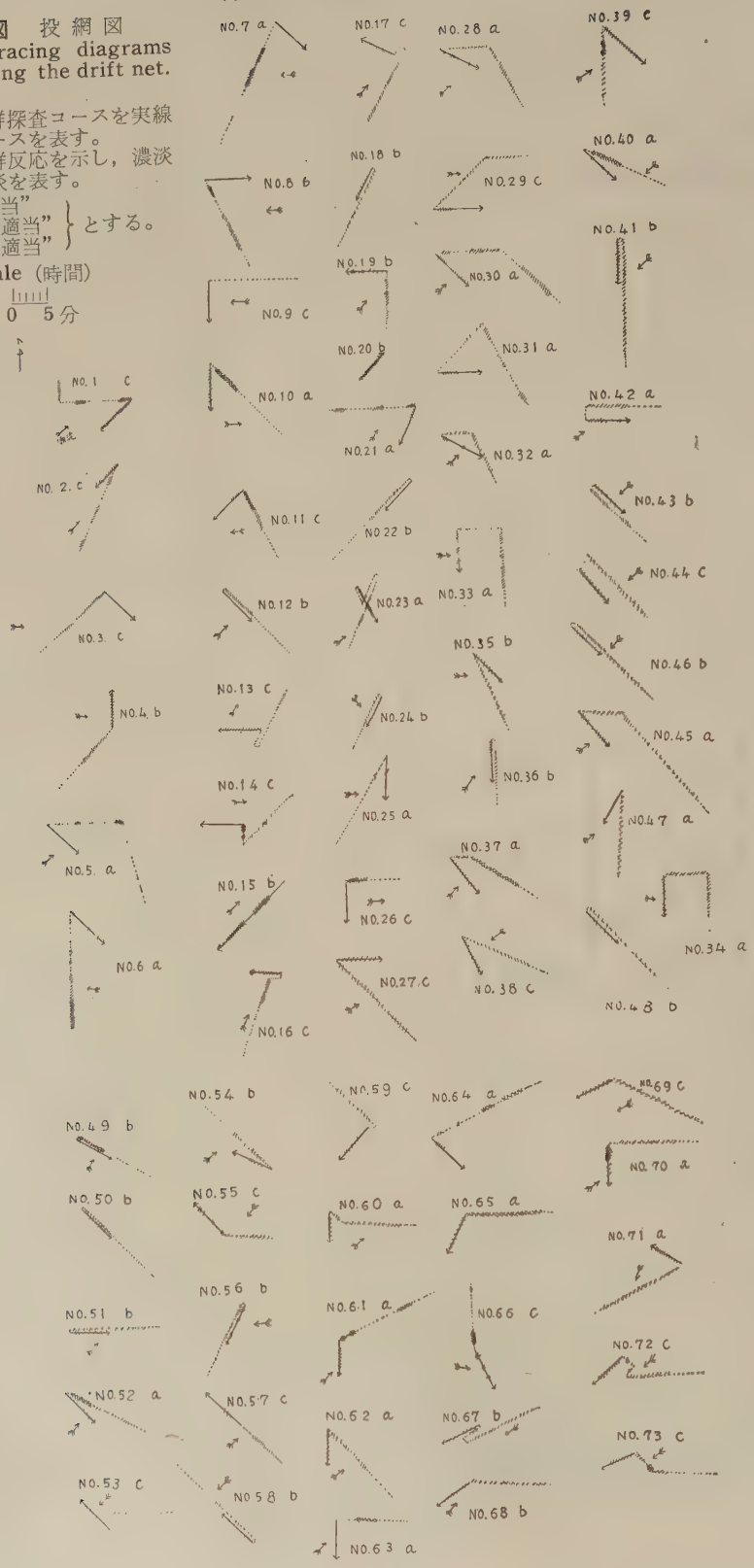
3)　魚探利用の投網法

魚探を使えば，魚群の大小や多少は記録された魚群映像の数，大きさ，型，濃度などで判定できるので，タル綱で垂下された刺網に近ずいて魚群が沈下する傾向があることを考えに入れて，タル綱の長さを決めた上，内橋・伊東[1]の郵便調査の結果のようにイワシは潮流に遡つて泳いでおるとすると，イワシ魚群をもつともよく網にうけるようにするには投下された網がタル綱一杯に沈んだ後魚群の前面すなわち潮上に流れつくことが必要になる。このばあいの投網位置と方向は潮流の方向と速さ，魚群の速さ，網地の沈降速度，船の投網時と巡航時の速度によつて決るはずである。いまかりにこの原則にほぼかなつた投網を“適当”，魚群の上をそのまま或いはコースを引返して投網するものを“稍々適当”，それ以外のばあいすなわち潮下位置または全然見当の違つた位置での投網を“不適当”とすることにして，記録にのこる投網，魚群発見，変針，投網の時刻と船の航跡とに基づいて投網図（第 16 図）を作製した上で，“適当”，“稍々適当”，“不適当”に

第 16 図　投網図
Fig. 16. Tracing diagrams of casting the drift net.

(註)
点線は魚群探査コースを実線は投網コースを表す。
斜線は魚群反応を示し，濃淡で群の濃淡を表す。
a：“適当”
b：“稍適当” } とする。
c：“不適当”

Scale (時間)
0　5分



第 9 表　魚群の型別の映像

Table 9. Relative position of the net to fish school, the numbers of schools in front of net, the catch and the type of recording.

	年月日	*潮流に対する魚群と網との関係位置	漁獲量（貫）	記録紙に表われた網地前面での魚群映像数	**記録型
1	30. 12. 27	c	0	—	—
2	〃	c	12	14	D
3	12. 29	c	0	11	D
4	〃	b	2,500	11	F
5	〃	a	2,000	3	G
6	12. 30	a	500	4	D
7	〃	a	300	1	B
8	〃	b	600	10	F
9	〃	c	250	10	D
10	〃	a	1,100	9	F
11	〃	c	1,500	1, 11	A, D
12	〃	b	1,000	16	—
13	31. 1. 14	c	200	1	B
14	1. 3	c	10	2	E
15	1. 4	b	500	2	A
16	1. 3	c	400	2	B
17	〃	c	150	1	E
18	1. 4	b	200	1	A
19	〃	b	1,000	14	F
20	〃	b	1,000	20	F
21	1. 5	a	2,000	16	D
22	1. 4	b	1,500	17	D
23	1. 5	a	1,800	2, 8	C, F
24	1. 6	b	250	15	D
25	〃	a	60	3	D
26	1. 5	c	150	4	F
27	1. 10	c	200	18	D
28	1. 12	a	800	14, 1	D, F
29	〃	c	150	—	—
30	〃	a	300	8	F
31	〃	a	600	8, 7	D, F
32	1. 10	a	1,500	14	D
33	1. 13	a	1,500	22	D
34	1. 13	a	360	5, 1	F, A
35	1. 14	b	700	12	D
36	〃	b	360	2, 8	D, F
37	1. 17	a	1,500	17	F
38	〃	c	200	5	C
39	〃	c	250	22, 2	D, F
40	〃	a	750	6	F
41	〃	b	1,100	17	D
42	1. 15	a	1,000	24, 3	D, F
43	1. 17	b	30	8	F
44	1. 16	c	2,000	11, 2	D, E
45	〃	a	1,200	23	F
46	1. 17	b	700	21	D
47	1. 16	a	600	11	F
48	1. 15	b	150	12	F
49	1. 16	b	400	1	A
50	〃	b	1,000	14, 1	D, A
51	〃	b	300	14	D
52	〃	a	1,200	1	A
53	1. 18	c	0	10	F
54	〃	b	0	14	D
55	〃	c	200	11, 2	F, C
56	1. 17	b	930	9	F
57	〃	c	0	7	D
58	〃	b	0	18	D
59	〃	c	20	20	D
60	1. 19	a	250	8	F
61	〃	a	1,700	9, 3, 1	D, F, C
62	〃	a	800	11	F
63	〃	a	3,000	3, 4	C, D
64	〃	a	1,200	7, 13	F, D
65	〃	a	2,300	7	C
66	1. 21	c	1,300	1	C
67	〃	b	600	3	C
68	〃	b	500	27	D
69	〃	c	1,000	24	D
70	1. 19	a	1,000	24	F
71	1. 21	a	2,300	4, 6	C, F
72	〃	c	900	9, 1	D, C
73	〃	c	700	13	F

*　仮りに本文の“適当”，“稍適当*，“不適当”をa，b，cとする。

**　魚群映像記録型

A；（密集）　かなり広範に亘り一面に真黒に出る。暁方近くに多い。

B；（霧状）　淡く大きい霧状のもので，ウルメ又は小羽混りなどと云われる。

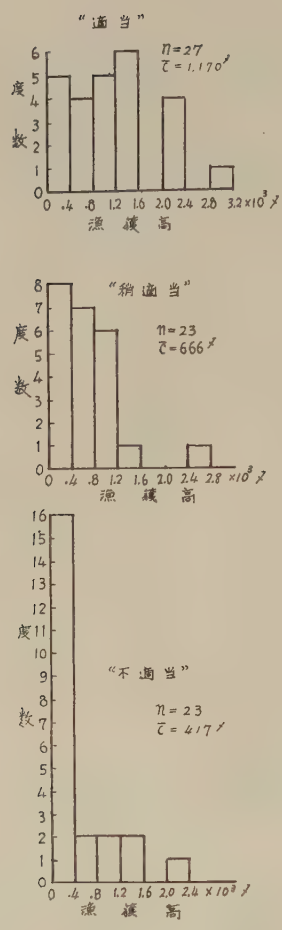
C；（山型）　大きい山型をなし割に連続する。

D；（点在）　小さい棒状の記録とか山型のものが点々と数多く出る。

E；（連続）　割合に巾狭く帯状に連続して出る。

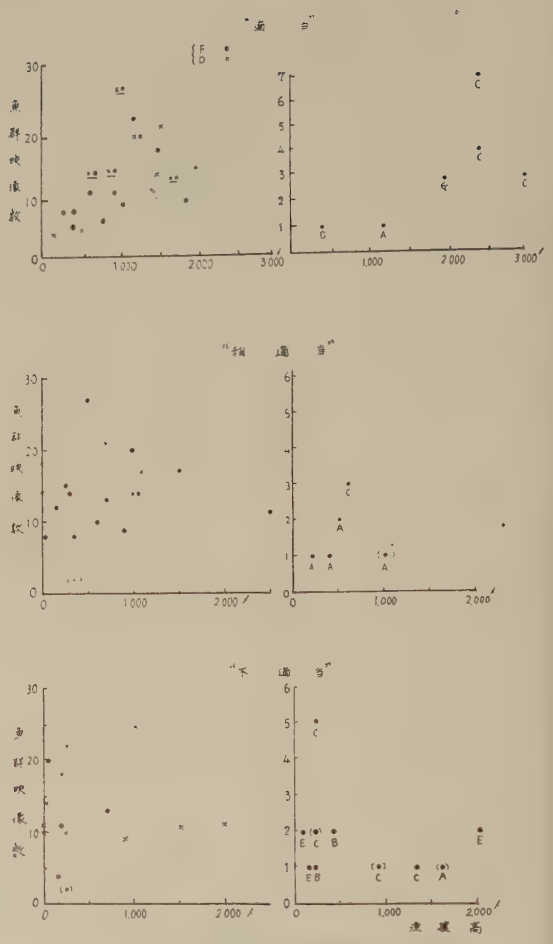
F；（円錐各種）　円錐状又は山型のものでCよりも小さく，数多い。山型の片側が欠けたようなものも混じる。

G；（垂直）　殆んど垂直に近い独立の記録である。



第 17 図 投網型別に分けた漁獲量分布

Fig. 17. The relation between the frequency and catch per unit, according to the way of setting the net.



第 18 図 漁獲高と映像数

Fig. 18. The relation between the number of recording images and the amount of catch.

判別し，同じ記録から投網前の魚群の映像を型別に数え（第 9 表），"適当"（27 例），"稍々適当"（23 例），"不適当"（23 例）別に漁獲量の度数分布をくらべると（第 17 図），不漁のばあいが"適当"，"稍々適当"，"不適当"の順に高まることが明らかだし，"適当"，"稍々適当"，"不適当"別に魚群映像数と漁獲量との関係を断続する小映像と密集連続した大映像とを区分してプロットすると第 18 図の通りで，"適当"の場合だけ両者の関連が認められる。以上要するに魚群の映像の数でもつて魚の多寡を推定し，大体魚は潮上に向つて泳ぐものとして"適当"な投網をするならば，推定に近い比較的むらの少い漁獲を得ることができるであろう

2. 刺網におけるイワシの羅網分布状態

刺網に羅る大羽イワシの分布状態が縫合された反境（境）でどのような影響をうけるか，縫合された網地が色合なり明暗なりを異にするばあいにはどのように影響されるか，などについて知るために，1 反毎の網地を上下，左右に区分して区分毎に羅つた量を数えた。すなわち，昭和 31 年（27 例），昭和 32 年（19 例）の昼網（山口県），昭和 31 年（14 例）の夜網（鳥取県）については各反の長さの 1/5 区劃毎の羅りを，お

第 10 表　羅網分布状態

Table 10. Distribution of catch on sardine drift net.
Upper panel: An example of horizontal distribution of catch
Lower panel: An example of vertical distribution of catch

その 1.　水平区分における羅網状態（1 例）

No. 1 0, .5, .5, .5, 0 一反分小計 1.5	No. 2 .5, 1.5, 2, 2, 1 7.0	No. 3 .5, 2, 2, 2, 1.5 8.0	No. 4 1.5, 2, 2, 2, 1 8.5	No. 5 .5, 2, 2, 1, .5 6.0	No. 6 0, .5, 1, .5, .5 2.5
No. 7 .5, .5, 1, 2, 1 5.0	No. 8 1, 2, 2, 2, 1 8.0	No. 9 .5, .5, .5, .5, .5 2.5	No. 10 .5, .5, .5, 1, 1 3.5	No. 11 1.5, 3, 4, **5**, 2 15.5	No. 12 2, 3, 4, 3, 2 14
No. 13 3, 5, **6**, 6, 4 24	No. 14 3, 5, 6, 6, 3 23	No. 15 2, 0, 1, 1, 1 5	No. 16 .5, 1, 1, 3, 2 7.5	No. 17 2, 3, **4**, 3, 2 14	No. 18 2, 3, 3, 3, 2 13
No. 19 2, 3, 5, 5, 4 19	No. 20 3, 4, 6, **7**, 4 24	No. 21 2, 4, 4, 4, 2 16	No. 22 2, 4, 3, 3, 2 14	No. 23 2, 4, **6**, 6, 3 21	No. 24 3, 5, 5, 5, 2 20
No. 25 5, 6, 8, 8, 6 33	No. 26 6, 8, **8**, 7, 5 34	No. 27 5, 8, 8, 4, 4 29	No. 28 1, 2, 2, 2, 1 8	No. 29 1, 2, 2, 3, 2 10	No. 30 2, 2, 3, 4, 2 13
No. 31 2, 3, **4**, 4, 2 15	No. 32 1, 1, .5, 0, 0 2.5				

（昭和 31.1.4　山口県沖合，鳥取丸操業のもの）

（註）：数字は各 1/5 反毎の羅網貫数を，ゴジツク体数字は漁獲の山を，No. は反番号を示す。

その 2.　上中下区分における羅網状態（1 例）

	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9
上段	0 0 0	1 1 0	1 1 1	0 0 1	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 1 0	0 0 0
中段	10 10 10	9 9 10	9 9 9	10 9 9	10 10 10	10 10 10	10 9 9	10 9 10	8 8 8
下段	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 1 0	0 0 0	0 0 0	0 1 1	0 0 0	2 2 2
貫数	2 2 1 計 5	2 3 2 **7**	1 1 1 3	2 4 4 10	3 5 5 13	4 5 5 **14**	5 1 2 8	5 5 5 **15**	0.5 1 1 2.5
	No. 10	No. 11	No. 12	No. 13	No. 14	No. 15	No. 16	No. 17	No. 18
上段	0 0	1 0	0 1	1 2 2	2 1 0	0 0 0	0 0 0	0 0	1 1
中段	10 10	8 10	10 9	9 8 0	8 9 10	10 10 10	10 10 10	10 10	9 9
下段	0 0	1 0	0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0	0 0
貫数	.5 .5 0 1	0 .5 .5 1	1 1 0 2	2 2 1 5	2 2 1 5	4 4 2 10	4 4 3 **11**	1.5 .5 0 2	0 2 2 4
	No. 19	No. 20	No. 21	No. 22	No. 23	No. 24	No. 25	No. 26	No. 27
上段	0 1 1	2 1 0	1	0	0 0 0	1 0	1 1	1 1	
中段	10 9 9	8 9 10	9	10	10 10 10	9 10	9 9	9 9	
下段	0 0 0	0 0 0	0	0	0 0 0	0 0	0 0	0 0	
貫数	3 3 3 9	3 4 4 **11**	0 .5 0 .5	0 0 1 1	1 4 3 8	0 .5 1 1.5	1 .5 0 1.5	1 .5 0 1.5	0 0 0 0

（昭和 30.2.6　山口県沖合，宝栄丸操業のもの）

上段（140 目），中段（420 目），下段（140 目）3 段における羅りを合せて 10 割とする。計の貫数のうちゴジツク体数字は漁獲の山を示す。

よび昭和30・31年（21例）の昼網（山口県）について上・中・下3段毎の羅りを数えた。これらの資料の一例を第10表に示す。この例に示すと同じくどのばあいでも1/5反毎の羅網貫数は波状に変化している。そこで1つの山に当る区劃を基点0として左右に 1, 2, 3,…… と区劃を並べ，基点から離れて1区劃先に移るときに羅りが減るばあいを“－”，増すばあいを“＋”，同じばあいを“・”で表すことにして，相隣る区劃の間に縫目（反境）があるばあいと無いばあいとを別々に集計し第10表についての計算例を第11表に

第 11 表 水平羅網分布の解析

Table 11. An example of analysis on the data of horizontal distribution of catch.

	V	IV	III	II	I	0	I	II	III	IV	V
	1	1 *	1.5	3	4	5	2 *	2	3	4	3
	4	3	2 *	3	5	6	6	4 *	3	5	6
	1	3	2 *	2	3	4	3	2 *	2	3	3
	5	4 *	3	4	6	7	4 *	2	4	4	4
	3	3	2 *	2	4	6	6	3 *	3	5	5
	8	8	6 *	6	8	8	7	5 *	5	8	8
	3	4	2 *	2	3	4	4	2 *	1	1	.5
	・	－ *	－	－	－	・	－ *	・	＋	＋	－
	＋	＋	－ *	－	－	・	・	－ *	－	＋	＋
	－	＋	・ *	－	－	・	－	－ *	・	＋	・
	＋	＋ *	－	－	－	・	－ *	－	＋	・	・
	・	＋	・ *	－	－	・	・	－ *	・	＋	・
	・	＋	・ *	－	・	・	－	－ *	・	＋	・
	－	＋	・ *	－	－	・	・	－ *	－	・	－
縫	2	5	0	0	0	＋	0	0	2	5	1
目	3	0	0	0	1	・	3	0	0	2	4
無	2	0	2	7	6	－	4	5	0	0	2
縫	0	1	0	0	0	＋	0	0	0	0	0
目	0	0	4	0	0	・	0	1	3	0	0
有	0	1	1	0	0	－	0	1	2	0	0

（註）：* 印は縫目（反境）の位置を示す。

全部の資料の集計は第12表* のとおりで，これによると縫目（反境）を越えて魚が拡がることがいく分阻まれるようなことがわかる。おそらくは縫目には縫合せの糸もからみ，タル網につながるために網目も狭まり，その上タルの動揺に伴つてゆれるといつたことのために縫目は殊に魚に目立ち且つかかりにくくなるためだらう。このことは波浪が強いほど縫目付近に羅りがないことがしばしばおこることでも裏ずけられる（第13表，第19図）。

網目の両側の網地が色合なり，明るさ** なりが違うばあいは第14表にあるように縫目の影響がいく分強められる。なお縫目がカツチ色とブルー，または暗いと明るいとの境であつて魚群の中心がカツチ色または暗い側にあるばあいと，ブルーまたは明るい側にあるばあいとでは，縫目の影響に大差はないが幾分カツチ色または暗い側に魚群の偏向がつよい傾向のようである（第15表）。

* 日水学会誌 23 (5), 1957. p. 247 の第3表はこの表のように訂正する。

** ここでいう色合はブルーとカツチ色の二色，また明るさの相違とは同色で明度のみが異るものをいう。

第 12 表　縫目の有無が水平羅網分布に及ぼす影響の比較

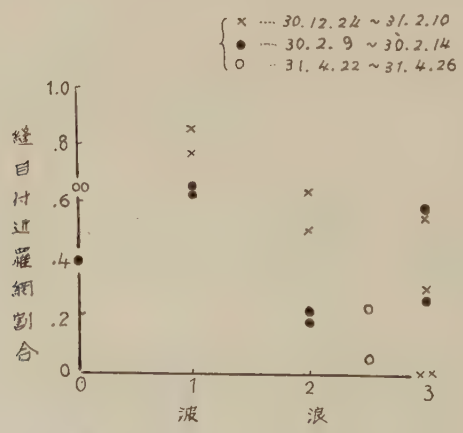
Table 12. The relative values of horizontal distribution of catch as compared between nets with or without seam.

		昼網 当業船 山口県外海沖合 30.12.23～30.12.30 操業回数 5				昼網 鳥取水試試験船 山口県外海沖合 30.12.24～31.3.23 操業回数 19				昼網 鳥取水試試験船 山口県外海沖合 31.12.28～32.3.7 操業回数 18				夜網 当業船 鳥取県沖合 31.4.18～31.5.18 操業回数 15			
縫目の有無		無		有		無		有		無		有		無		有	
		度数	値	度数	値	度数	値	度数	値	度数	値	度数	値	度数	値	度数	値
0 — I	+	0	−25/41	0	−9/9	0	−41/50	0	−2/2	9	−31/81	0	−1/1	0	−104/112	0	−6/6
	•	16		0		9		0		32		0		8		0	
	−	25	−.61	9	−1.00	41	−.82	2	−1.00	40	−.38	1	−1.00	104	−.93	6	−1.00
I — II	+	8	−12/45	0	−7/11	0	−28/32	0	−18/20	3	−53/73	1	−6/9	15	−46/87	7	−14/31
	•	17		4		4		2		14		1		11		3	
	−	20	−.26	7	−.63	28	−.87	18	−.90	56	−.73	7	−.67	61	−.53	21	−.45
II — III	+	9	−7/40	2	−5/10	19	−1/44	0	−4/8	7	−3/20	13	−21/61	36	−4/90	8	−12/35
	•	15		1		5		4		3		14		14		7	
	−	16	−.18	7	−.50	20	−.02	4	−.50	10	−.15	34	−.34	40	−.04	20	−.34
III — IV	+	11	−5/36	6	3/11	21	18/32	11	6/20					51	30/84	12	2/31
	•	12		2		8		4						12		9	
	−	16	−.13	3	+.27	3	+.56	5	+.30					21	+.36	10	+.07
IV — V	+	13	−3/41	3	−1/8	23	13/50	1	0/2					52	16/107	1	−6/10
	•	12		1		17		0						19		2	
	−	16	−.07	4	−.12	10	+.26	1	0					36	+.15	7	−.60

第 13 表 縫目付近での羅りと波浪

Table 13. Frequency of the case when fish are caught around the seam, and wave intensity.

年月日	縫目における羅りの有無の数とその割合		風向風力	波浪	備考
	縫目付近に羅りのないばあい	縫目付近に羅りのあるばあい			
30. 12. 24	6 (.23)	20 (.77)	W 2	1	
31. 1. 4	21 (.50)	21 (.50)	NW 3	2	山口県外海沖合
1. 13	74 (1.00)	0 (0)	W 2	3	
1. 14	64 (1.00)	0 (0)	E 1	3	
1. 17	7 (.15)	41 (.85)	E 2	1	
2. 8	25 (.36)	45 (.64)	W 2	2	昼間操業
2. 9	34 (.70)	22 (.30)	3	3	
2. 10	36 (.45)	44 (.55)	3	3	
30. 2. 9	15 (.36)	27 (.64)	S 1	1	
2. 10	32 (.61)	20 (.39)	E 1	0	
2. 12	19 (.38)	31 (.62)		1	
2. 13	41 (.82)	9 (.18)	W 3	2	同上
〃	63 (.79)	17 (.21)	〃	2	
2. 14	43 (.75)	15 (.25)	SW 4	3	
〃	12 (.33)	24 (.67)	〃	3	
31. 4. 22	25 (.36)	44 (.64)		0	鳥取県沖合
〃	12 (.36)	21 (.64)		0	
4. 26	57 (.77)	17 (.23)		2～3	夜間操業
〃	76 (.95)	4 (.05)		2～3	



第 19 図 波浪の強さと羅網割合

Fig. 19. The relation between wave intensity and percentage of frequency of catch around the seam.

第 14 表　網地の明度の異る場合の影響

Table 14. The test for influence of seam on distribution of catches when two adjacent of nets different in colour or luminosity are used.

区別		0—I			I—II			II—III		
		+	•	−	+	•	−	+	•	−
縫目無	昭 31 年	0	34	75	4	10	65	18	6	18
	32 年	6	24	48	9	24	44	6	5	15
	計	6	58	123	13	34	109	24	11	33
		(6−123)/187			(13−109)/156			(24−33)/68		
	値	−.62			−.61			−.13		
縫目有	昭 31 年	0	0	1	1	4	13	6	12	13
	32 年	0	0	0	0	0	0	6	3	9
	計	0	0	1	1	4	13	12	15	22
					(1−13)/18			(12−22)/47		
	値				−.67			−.21		
両側網地での色相又は明度の相違有り	昭 31 年	0	0	0	0	0	5	6	5	13
	32 年	0	2	7	1	3	5	7	5	20
	計	0	2	7	1	3	10	13	10	33
		(0−7)/9			(0−10)/14			(13−33)/56		
	値	−.78			−.71			−.36		

第 15 表　魚群中心の位置による検討

Table 15. The test for influence of seam on distribution of catch in regard to the center of fish school.

区別		III	II	I	0	I	II	III
A	魚群の中心がカツチ色または暗い側にあるばあい	**2** 1 1 **0** 0 0 **2** 5 4	**0** 0 0 **0** 1 1 **1** 0 2	0 0 0 0 1 2	+ • −	0 0 0 0 1 1	**0** **0** **2**	**0** **1** 0 0 **1** **0** 0 0 **3** **2** 2 2
B	魚群の中心がブルーまたは明るい側にあるばあい	**0** **2** 0 **0** **4** 1 **2** **3** 1	0 1 0		+ • −	0 0 0 1 1 1	**0** 0 **0** 1 **2** 2	**1** 5 0 **0** 1 1 **1** 2 2

結果		0 — I	I — II	II — III
	A	(0−5)/5=−1.00	(0−5)/7=−.72	(5−20)/26=−.58
	B	(0−2)/3=− .67	(0−4)/6=−.67	(8−11)/26=−.11

註)　ゴジック体: 1956　　ローマン体: 1957

刺網に羅つたマイワシの上下の散らばり方に注目すると，第一に気づくことは，浮子綱と沈子綱との近くに羅りが少いことである。これは縁網とか綱とかいつたものが縫目と同様目立つからであろう。資料は網巾700 目を 140 目づつの 5 段に分ち，上下各 140 目を除いたものを中とし，上中下 3 段における羅りを合せて10割とした。反別の羅りが最高のところで，羅りが(1)，上段にないばあい，(2)，下段にないばあい，および(3)，上下両段にないばあいの 3 通りに類別して，(1)のばあい，下段の羅りが左右にどう変るかを第 16 表の

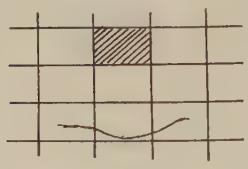
第 16 表 上下羅網分布に対する検討

Table 16. The analysis on the vertical distribution of catch.

上段にかかりがないばあい，下段のかかり

a. 昭和 30 年

	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ	0	Ⅰ	Ⅱ
30. 2. 1			• • 4	7 • 4	2 3 •	• • 4
〃	• 4 4	• 4 4	3 4 4	4 4 •	3 4 •	• • 4
〃			0 • •	2 • 0	0 • 0	
2. 2	0 4 0	3 0 0	3 0 3	4 2 0	0 0 2	2 2 0
2. 9		1 3 3	3 3 3	4 5 4		
〃			0 0 0	2 2 2	1 1 1	
〃			1 1 1	2 2 2		
〃				3 3 2	2 2 2	
〃			2 1 2	2 1 2		
2. 12		2 2 2	2 2 2	1 1 1		
〃				2 2 2	0 0 0	
2. 13			0 0 0	0 1 0	1 1 0	
〃			0 0 0	0 1 0	0 2 0	
〃			0 1 0	1 0 0	0 0 0	
〃			0 0 0	0 3 0	0 0 2	0 1 0
〃			• 0 0	1 0 0	0 0 •	
2. 14			• 1 1	0 1 0	1 2 0	6 0 0
〃		0 0 0	1 2 0	2 0 1	0 0 0	1 0 3
	12/5	24/14	50/42	85/51	32/38	23/14
	2.40	1.71	1.19	1.67	.84	1.64

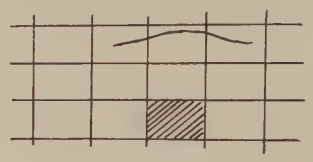


(註) ▨：かゝりがない

下段にかかりがないばあい，上段のかかり

b. 昭和 30 年

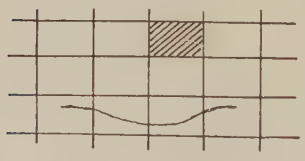
	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ	0	Ⅰ	Ⅱ
30. 2. 1			• 0 0	0 0 2	• 2 •	
2. 3	0 0 3	2 0 0	2 0 0	2 0 0	0 0 0	
〃			0 0 0	4 3 0	0 0 0	0 4 7
〃		0 • •	• 3 7	7 7 7	6 6 •	
2. 3	• 6 6	3 3 3	2 2 2	1 1 2	2 2 2	2 2 2
〃		0 0 0	• 0 3	0 0 2	1 2 0	• • 0
2. 6			0 0 0	1 1 0	1 1 1	
〃			0 0 0	0 1 0	0 0 0	0 0 •
〃			• 1 1	2 1 0	• 1 •	
	15/5	11/10	23/23	44/27	27/22	17/9
	3.00	1.10	1.00	1.63	1.23	1.89



(註) ▨：かゝりがない

a′. 昭和 31 年

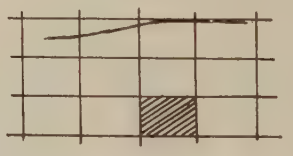
	Ⅱ	Ⅰ	0	Ⅰ	Ⅲ
31. 2. 11	0	3	2	•	0
〃	•	2	3	•	•
2. 10	0	2	2	0	0
〃	•	0	0	0	4
2. 2	2	2	1	1	0
2. 3	1	2	1	0	0
〃	1	0	1	0	0
〃	0	0	0	1	1
2. 4	1	1	1	1	3
2. 6	0	0	1	1	0
	5/8	12/10	12/10	4/8	8/9
	.62	1.2	1.2	.5	.89



(註) ▨：かゝりがない

b′. 昭和 31 年

	Ⅱ	Ⅰ	0	Ⅰ	Ⅱ
31. 2. 10	•	•	1	1	0
〃	•	0	2	2	3
2. 7	•	•	2	2	2
〃	0	0	1	•	•
2. 10	0	2	3	2	•
〃	•	•	2	3	3
2. 2	2	2	0	0	0
2. 4	0	0	0	2	2
〃	•	•	1	0	0
2. 6	0	1	3	3	5
〃	3	5	5	4	3
〃	2	2	3	•	•
	7/7	12/8	23/12	19/10	18/9
	1.0	1.5	1.9	1.9	2.0

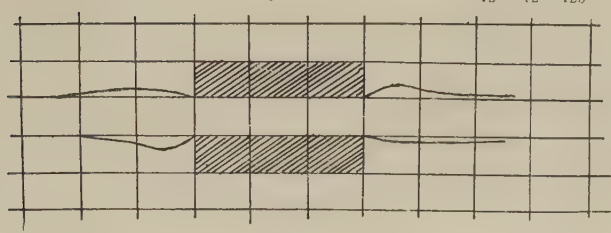


(註) ▨．かゝりがない

上・下両段にかかりがないばあい，上段のかかり，下段のかかり

c　昭和30年

	I			0			I		
30. 2. 1	•	•	3 (7)	10	10	10	8 (2)	10	10
2. 2	•	•	•	10	10	10	8 (2)	10	8 (2)
2. 6	10	10	10	10	10	10	10	10	•
〃	•	•	10	10	10	10	9 (1)	10	•
2. 12				10	10	10	10	10	10
2. 13	10	9 (1)	10	•	10	10	•	•	10
〃	•	10	10	10	10	10	9 (1)	9 (1)	9 (1)
2. 14	10	10	10	10	10	10	10	10	9 (1)
〃	10	10	10	10	10	10	10	10	10
〃	10	8 (2)	8 (2)	10	10	10	8 (1)	7 (2) (1)	10
	10	9.5 (.3) (.2)	8.9 (.3) (.8)	10	10	10	9.1 (.7) (.2)	9.6 (.2) (.2)	9.5 (.25) (.25)



(註)　▨：かゝりがない

(a)と(a)′に，(2)のばあい，上段の羅りが左右両側にどう変るかを第16表の(b)と(b)′に，(3)のばあい，上，中，下段の羅りが左右両側にどう変るかを(c)に計算した。これらによると移動するマイワシ魚群の隊形といつたものは中央部に厚く縁部は薄いことがわかるし，このような魚群が刺網に突入したばあいには縁の方ではいく分上下に散るということがわかる。

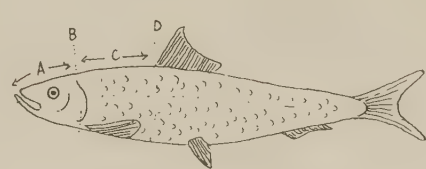
3.　網目と魚体との関係

1)　魚体の大小と魚体の羅網部位との関係

マイワシの羅網部位を第20図に示すように A, B, C, D で表わす。体長の最大と最小との間を4等分し小さい区分から a, b, c, d とし，それぞれにつき D, C, B, A, 不明での羅りの数を数えて第17表を得た。これより羅網部位は魚体が大きいほど前方で，小さいほど最大体高の方に移ることがはつきりする。

2)　網地の羅網位置と魚体の羅網部位との関係

網地の反境から左右1間に亘る間で羅網した魚と，網の中程において羅つた魚とについて，羅網部位 D, C, B, A 別の羅りの数を数えて第18表を得た。すなわち網の中程の方が魚の羅網部位が後方に移る。網の端と中程とにかかる魚に大小の差がないものとすれば，網の目は反境近くの方が中程のものより張つているた



第20図　羅網部位の記号

Fig. 20. The symbols for netted positions.

第 17 表 羅網部位と体長との関係

Table 17. The relation between the netted position catching and the body length.

体長階級	D	C	B	A	不 明
a	17 (12%)	42 (30)	31 (22)	0 (0)	50 (36)
b	11 (5.2)	44 (20.8)	61 (28.9)	1 (0.6)	94 (44.5)
c	2 (1.6)	29 (23)	35 (27.8)	2 (1.6)	58 (46)
d	0 (0)	1 (2.7)	6 (13.6)	10 (22.7)	27 (61)

資料：昭和 30 年 1～2 月，山口県特牛沖合

第 18 表 羅網部位と羅網位置との関係

Table 18. The relation between the netted position of fish and the position of net where fish are gilled.

		D	C	B	A	計
網の端	*	1	4	8	0	
	**	0	10	18	4	
	計	1 (2.7%)	14 (31)	26 (56.5)	4 (10.8)	45 (100)
網の中程	*	4	27	19	0	
	**	0	29	19	1	
	計	4 (4%)	56 (57)	38 (38)	1 (1)	99 (100)

資料 *：昭和 31 年 4 月 鳥取県沖合
**：昭和 33 年 2 月 山口県沖合

めに，ここに示されるような結果が起ることが想像される。

3) 羅網部体周と目合との関係

刺網に刺つた魚の羅網部での体周を C_D，目合を L，$C_D=\alpha\cdot 2L$ とおくと，α は網糸の伸び易さ，網地の張り方，魚の運動力，魚の大きさ，形状，魚体の弾性等により変化する常数である。測定したマイワシを体長，肥満度によつて適当な群に区分し，各群での α の度数分布，および D, C, B, A での羅りの数を数えて，第 19 表に網地の材料別（昭和 30 年），第 20 表に目合の大小別（昭和 31 年），魚種別の相違その他の影響を見るために第 21 表にセイゴ，コハダについての試験結果を示した。第 19 表から肥満度 K が増すと，どの体長群も α の分布は大きい方にうつり，体長 l が増すとどの肥満度群でも α の分布は大きい方にうつることが知れる。すなわち，魚が太つたり大きくなつたりすると α の値は大きくなる。同時に全体に対する D の箇所で羅る割合は減少する。目合がほぼ等しい P.A. 系の網（$L=3.95$ cm），綿糸網（$L=4.02$ cm）についてみると，K 及び l が変つても本質的に α の分布に両者相違はない。第 20 表から，この程度の目合の違いでは漁獲物の大いさの違いも僅かで，目合が変化することによる α の分布の相異の傾向は見られないようである。第 21 表から，同じ目合（19.5 節）でもセイゴはコハダに比し α の分布は大きい方にずれることが知れる。肉質の弾性に大きな違いがなければ，主として魚の運動力の差違に原因するものと思われる。セイゴで目合の異る 16.5 節（$L=4.9$ cm），19.5 節（$L=4.09$ cm）の二種の網で比較すると目合が大きくなると α の分布は大きい方にずれる。このばあいは第 20 表のイワシのばあいと異り，各目合による漁獲物体長組成が明らかに異るので（16.5 節は 2 年魚，19.5 節は 1 年魚を対象）主として魚体の大小による魚の運動力の差違によるものと思われる。

4. 網目にとまる比率

刺網に遭遇する魚群の体長（または体周）分布，目合 L_1, L_2 の刺網で獲られた魚体の体長（または体周）分布が相対度数でそれぞれ第 21 図に示すようであつたとする。すなわち級間 a のある級に属する確率が x（百分率）で，目合 L_1（または L_2）におけるそれが x_i'（または x_i''）のとき階級 i の魚体が L_1 の網目にとまる比率 (Selectivity) e_i' は

$$e_i'=\frac{x_i'}{x_i}\times k \quad \text{（但し } k \text{ は常数）}$$

で表わされる。したがつて階級 $i=1, 2, \cdots\cdots, n$ における Selectivity の比はつぎのように表わされる。

第 19 表　網糸の材料別による α の値

Table 19. The value of α $(=C_D/2L)$ in accordance with the kind of net materials.

肥満度 K / $\alpha=C_D/2L$ / l 体長		K=10.1～11.5																				K=11.6～12.5																			
		D	C	B	A	.97～.98	.99～1.00	1.01～1.02	1.03～1.04	1.05～1.06	1.07～1.08	1.09～1.10	1.11～1.12	1.13～1.14	1.15～1.16	1.17～1.18	1.19～1.20	1.21～1.22	D	C	B	A	.97～.98	.99～1.00	1.01～1.02	1.03～1.04	1.05～1.06	1.07～1.08	1.09～1.10	1.11～1.12	1.13～1.14	1.15～1.16	1.17～1.18	1.19～1.20	1.21～1.22
16.0～17.9 cm	綿糸 20′s/4	3	2	2		1	2	1	2	1									3	6	4		1	5	1	4	1		1						
	アミラン 210D/4	4	4	4		1	4	4	2						1				2	16	8			4	8	10	2	2							
	クレモナ 20′s/4	2	5	6			1	3	7	1	2								4	12	18		1	1	6	9	3	7	5	1	1				
	計	9	11	12		2	7	8	11	2	2				1				9	34	30		2	10	15	23	6	9	6	1	1				
18.0～19.9 cm	綿糸 20′s/4		9	6					4	4	2	2	2			1			3	15	15	1		2		5	7	5	7	4	3	2		
	アミラン 210D/4		3	9				4	4	3	1		1						1	4	8				1	2	1	6	3						
	クレモナ 20′s/4	2	6	6			1		2		4	1	3	1	1	1			1	3	12					1	1	3	4	5	1		1		
	計	2	18	21			1	4	10	7	7	3	6	1	1	2			5	22	35	1		2	1	8	9	14	14	9	4	2	1		
20.0～21.9 cm	綿糸 20′s/4		4	2	1			1				1	1	3		1	1		1		2	1							2			1		1	1
	アミラン 210D/4																																			
	クレモナ 20′s/4																																			
	計		4	2	1			1				1	1	3		1	1		1		2	1							2			1		1	1

肥満度 K / $\alpha=C_D/2L$ / l 体長		K=12.6～13.5																				K=13.6～15.0																			
		D	C	B	A	.97～.98	.99～1.00	1.01～1.02	1.03～1.04	1.05～1.06	1.07～1.08	1.09～1.10	1.11～1.12	1.13～1.14	1.15～1.16	1.17～1.18	1.19～1.20	1.21～1.22	D	C	B	A	.97～.98	.99～1.00	1.01～1.02	1.03～1.04	1.05～1.06	1.07～1.08	1.09～1.10	1.11～1.12	1.13～1.14	1.15～1.16	1.17～1.18	1.19～1.20	1.21～1.22
16.0～17.9 cm	綿糸 20′s/4	2	8	2			1	1	4	4	1	1							1								1								
	アミラン 210D/s	3	7	4			2	6	3	1			2						1	2						2					1			
	クレモナ 20′s/4	1	8	16			1	2	4	4	7	2	4		1				1		3					1		2		1				
	計	6	23	22			4	9	11	9	8	3	6		1				3	2	3					3	1	2		1		1		
18.0～19.9 cm	綿糸 20′s/4		7	7					2	6	1	2	1	1	1		2																	
	アミラン 210D/4		5	4					1	1	2		2		2			1																
	クレモナ 20′s/4		1	1									1		1																			
	計		13	12					3	7	3	2	4	1	4		2	1																

(註)

綿　糸　網：20′s/4,　目合 3.95 cm

アミラン網：210D/4,　目合 4.02 cm

クレモナ網：20′s/4,　目合 3.78 cm

資料：昭和 30 年，イワシ，山口県

第 20 表　目合別による α の値

Table 20. The value of α in accordance with the mesh length.

肥満度 K	体長 l cm	目合	K=10.1～11.5 D	C	B	A	.97～.98	.99～1.00	1.01～1.02	1.03～1.04	1.05～1.06	1.07～1.08	1.09～1.10	1.11～1.12	1.13～1.14	1.15～1.16	1.17～1.18	1.19～1.20	1.21 以上	K=11.6～12.5 D	C	B	A	.97～.98	.99～1.00	1.01～1.02	1.03～1.04	1.05～1.06	1.07～1.08	1.09～1.10	1.11～1.12	1.13～1.14	1.15～1.16	1.17～1.18	1.19～1.20	1.21 以上	K=12.6～13.5 D	C	B	A	.97～.08	.99～1.00	1.01～1.02	1.03～1.04	1.05～1.06	1.07～1.08	1.09～1.10	1.11～1.12	1.13～1.14	1.15～1.16	1.17～1.18	1.19～1.20	1.21 以上
		綿糸 20′s/4 目合 4.26 cm																			2	2						3			1	1					1											1				
	cm	〃 3.94 cm	4	15	2		1	3	1	3	2	2	6	1	2					1	11	6						6	1	1	2	5	2	1				5								2		2	1			
	17.0 ～ 19.9	〃 3.84 cm	5	17	6					1		3	7	4	9	4		1			7	6					1		1	2	3	2	2	1	1		1	3	1									2	1		1	2
		計	9	32	8		1	3	1	4	2	5	13	5	11	4		1		1	20	14					1	9	2	3	6	8	4	2	1		2	8	1							2		5	2		1	2
		綿糸 20′s/4 4.26 cm	3	7	2						1		1	1	5	2		1	1	1	7	6					1	3				1	4	2	2	1	1	6	1							1		1	2			2	2
	cm	〃 3.94 cm		9									2		6	1					4	5								3	1	1	4					2												1	1		
	20.0 ～ 23.0	〃 3.84 cm		10	10								1	2	7	2	1	4	3		4													1	1	2																
		計	3	26	12						1		4	3	18	5	1	5	4	1	15	11					1	3		3	1	2	8	3	3	3	1	8	1							1		1	2	1	1	2	2

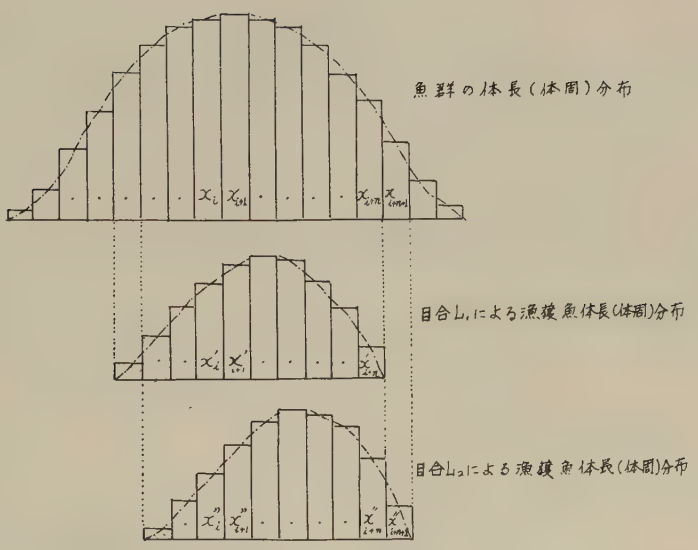
資料：昭和 31 年，イワシ，山口県

第 21 表　魚種別による α の値

Table 21. The value of α in accordance with the kind of fish.

魚種	材料及目合	D	C	B	<.97	.97～.98	.99～1.00	1.01～1.02	1.03～1.04	1.05～1.06	1.07～1.08	1.09～1.10	1.11～1.12	1.13～1.14	1.15～1.16	1.17～1.08	1.19～1.20	1.21～1.22
		$\alpha=C_D/2L$																
コハダ	アミラン網 110D/2 19.5 節 (鯨 1 尺間)	1	2	15	1	2	2	1	2	0	6	2	0	1				
セイゴ	同上	5	1	21				3	3	2	8	4	6	2				
セイゴ	綿糸網(カタン糸，40番) 17.0 節 (鯨 1 尺間)									3	0	4	6	0	1			
セイゴ	アミラン網 110D/2 16.5 節 (鯨 1 尺間)								1	2	2	2	4	1	2	3	0	1

資料：昭和 30 年，東京湾



第 21 図　体長（体周）分布模型

Fig. 21. A model of frequency distribution of body length (or gill girth).

$$\frac{e_1'}{\frac{x_1'}{x_1}}=\frac{e_2'}{\frac{x_2'}{x_2}}=\cdots\cdots=\frac{e_n'}{\frac{x_n'}{x_n}}=k$$

ここで $e_1'+e_2'+\cdots\cdots+e_n'=1$ だから

$$k=\frac{1}{\frac{x_1'}{x_1}+\frac{x_2'}{x_2}+\cdots\cdots+\frac{x_n'}{x_n}}=\frac{1}{\sum_{i=1}^{i=n}\frac{x_i'}{x_i}}$$

したがつて

$$e_i'=\frac{\frac{x_i'}{x_i}}{\sum_{i=1}^{i=n}\frac{x_i'}{x_i}}$$

で表わされる。

いま目合 L_1 と L_2 において漁獲分布が a だけずれる（例えば平均体長が級間に等しい体長 a だけずれるばあい）とすると，$e_i'=e_{i+1}''$ が成り立ち，したがつて

$$x_i=\frac{x_i'}{x_{i+1}''}\cdot\frac{\sum_{i=2}^{i=n+1}\frac{x_i''}{x_i}}{\sum_{i=1}^{i=n}\frac{x_i'}{x_i}}\cdot x_{i+1}$$

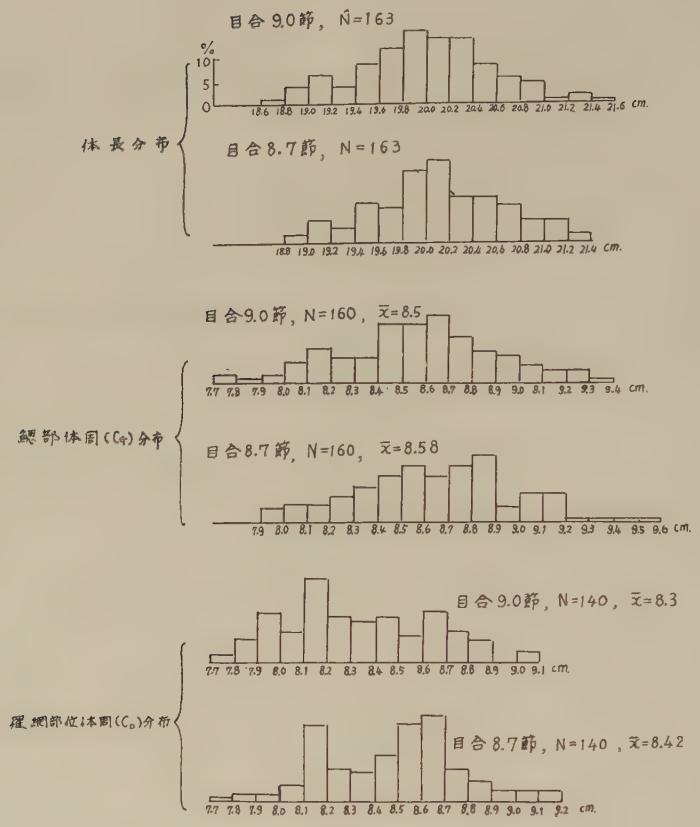
となる。a が小さく，n の数が多く，且つ測定尾数が多ければ

$$\sum_{i=1}^{i=n}\frac{x_i'}{x_i}\fallingdotseq\sum_{i=2}^{i=n+1}\frac{x_i''}{x_i}$$

とおけるので，$x_i'/x_{i+1}''\equiv\tau_i$ とおけば

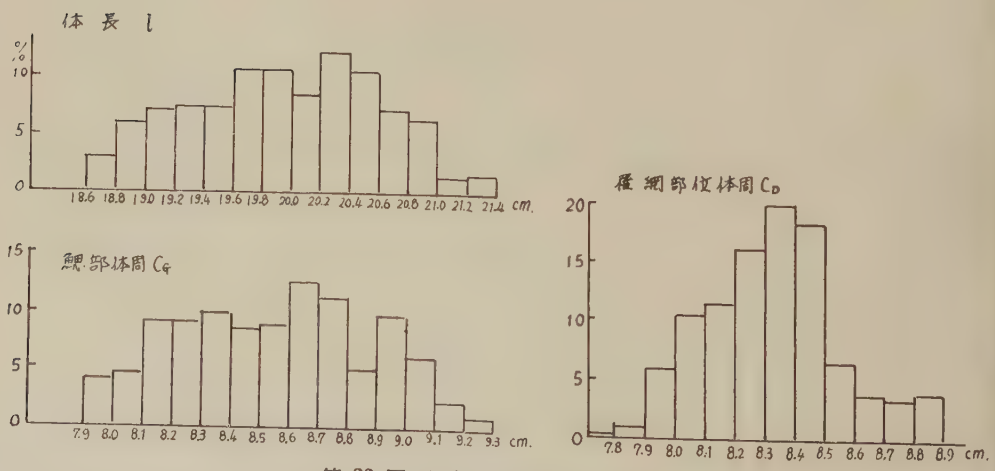
$$x_i=\tau_i\times x_{i+1}=\tau_i\cdot\tau_{i+1}\times x_{i+2}=\cdots\cdots$$

となるので，したがつて階級 i, $i+1$, ……, $i+n$ の魚体が L_1 の網目にとまる比率 e_i', e_{i+1}', ……, e_{i+n}' の比は



第 22 図 目合別による体長（体周）分布

Fig. 22. Frequency distribution of body length (or gill girth) by different length of mesh.



第 23 図 羅りの比率に対する分布

Fig. 23. Selectivity distribution of body length l, gill girth C_G and gilled girth C_D.

$$e_i' : e_{i+1}' : \cdots\cdots : e_{i+n}' = \frac{x_i'}{x_i} : \frac{x_{i+1}'}{x_{i+1}} : \cdots\cdots : \frac{x_{i+n}'}{x_{i+n}}$$

$$= \frac{x_i'}{x_i} : \frac{\tau_i \times x_{i+1}'}{x_i} : \cdots\cdots : \frac{\tau_i \cdot \tau_{i+1} \cdots\cdots \tau_{i+n-1} \times x_{i+n}'}{x_i}$$

$$= x_i' : \tau_i \times x_{i+1}' : \cdots\cdots : \tau_i \cdot \tau_{i+1} \cdots\cdots \tau_{i+n-1} \times x_{i+n}'$$

となり $e_i' : e_{i+1}' : \cdots\cdots$ の百分率の計算ができる。

イワシ刺網 8.7 節および 9.0 節による体長 (l) 分布，鰓部体周 (C_G) 分布，魚体の羅網位置の体周 (C_D) 分布（第 22 図）より，上の算法を用いて羅りの比率に対する分布を求め第 23 図に示した。羅りの比率に対する分布は l, C_G とも同じようで，モードは稍々右に偏した型を示す。また C_D にあつては，目合がきまれば魚体の弾性が位置によつて多少の違いがあるにしても，網糸の弾性や網地の張りは魚の羅る網地の場所によつて違つてくるので，これらの要因が重複して，羅りの比率の C_D に対する分布はほぼ正規であるように予想できる。第 23 図はこの算法の信頼性を暗示する。

文　　献 (III 章)

1) 内橋潔・伊東祐方：日本海におけるイワシ流網漁業者のみたイワシの生態とそれに関する諸問題，日本海区水研調査資料，5，1955.

IV. 要　　約

刺網漁具によつて獲られる魚の種類は頗る多く，またわが国沿岸到るところ網漁業の行われるところでは多少とも刺網漁業の行われるのが普通である。漁場の特性により成立する刺網の種類並びに規模は異るが，刺網類がこのように広く行われる理由は，漁具の仕立が簡単で小規模でも操業が可能なこと，操業にあたつて漁場成立に要する条件の制限が少なく，わりあいに手軽に漁具の操作ができ機動性にとむことなどのためであろう。游泳性の魚類に対しては，漁業の規模を適当に大きくすれば，魚群の分布範囲が広かつたり，魚群密度が比較的薄かつたり，魚群の游泳がある層に限られることのために旋網，敷網，定置網漁業などが成立し難い漁場でも，例えば北洋のサケ・マス，日本海区の大羽イワシ，北海道のニシン，日本海や南方海区のトビウオ各刺網漁業のように，沖合，遠洋でも漁業として成立し，それぞれ独自の発達をなしている。

従来，刺網漁業の最も大きな関心事は羅りの能率を向上させることである。刺網漁具についてこの点を研究したことを要約すると，

1. かかりの良否に関連しては網糸の材料の問題が最も重要で，刺網漁具の変遷はとりもなおさず材料の変遷史でもあり，これまでも常に他の網漁具にさきがけて時代の新らしい繊維がとり入れられてきた。各種刺網漁業で従来行なわれた絹網対綿網の比較試験について検討すると，刺網にはしなやかで，伸びが適当で，水中で目立ちにくいものがよく，従つて麻糸より綿糸に，綿糸より絹糸やラミー糸に，さらにナイロン系の合成繊維糸に変遷して来た経過がよく納得される。

2. 各種刺網について網目の脚にかかる張力を計算した結果，刺網の種類および魚種によつてその値に大きな差のあること，一般に流網は潮流による網の抵抗が小さく底刺網のように浮子の浮力によつて網の吹かれを支える必要がないから網地の張力は小さくその範囲も狭いこと，流網のうちでもマグロ，サワラ，カツオなどのように網地にからめて獲られる趣向のものでは魚類の平均の大きさのわりに張力はとくに小さく，イワシ，サバ，アジ，ブリなどのように網目に刺させて獲られるものはわりに大きいこと，底刺網にあつてもカニ，タイ，エビ，カレイなど網地に纏絡させるものはとくに小さく，ブリ，スケソウ，タラ，アジ，サメなど刺させるものではとくに大きいことが知れた。

3. 網地の明るさもかかりの良否に関係する。すなわち背景に対して網の目立ち方が違う網地について，大羽イワシ刺網の昼間操業での試験の結果では暗い方にかかりが多いが，夜間操業では違いが見られなかつ

た。

つぎに山口県漁場でのイワシ刺網漁業について魚群の行動と漁具の作用とを調べた結果を要約すると，

1. タル綱の長さに対する漁獲量を時期別に検討すると，タル綱が 30 間より長いときに大きい漁があらわれること，また魚探によつて得られた魚群の平均の深さとタル綱の長さとの関係を時期別に検討して，タル綱の長さが魚群の平均の深さより 5～15 間長いときに漁獲がとくに多いことが見られた。

2. 投網以前と以後との魚探記録から魚群映像の数を数えて，タル綱で垂下された刺網に近づくイワシ魚群の沈下した数と浮上した数の推定を行うと，昼間はイワシ魚群は刺網に出会うと沈下するように判断されること，また魚探記録紙から刺網に当る魚群の見込数に見当をつけると，これと漁獲量とはほぼ比例する傾向のあることが判つた。

3. 上述の知識に加えて，漁場での状況（潮流の方向と速さ，魚群の所在）が判明すれば，魚群をなるべくよく網にうけるであろう適当な投網法が想定されること，実例について投網法を分類すると，魚群の潮上に位置し，ある距離をおいた投網法が最も安定した漁獲を挙げることが判明した。

4. 網に羅つたイワシ群の上下・左右の分布状態から判断して，網の反境は魚のかかりの水平的な拡がりにいく分影響を与えること，および魚群が刺網に突入したばあい縁の方でいく分上下に散ることなどの傾向が窺われた。

5. 網目の魚体に対する選択性は明瞭にみられ，同一目合にあつては魚体が大きいほど刺る箇所は魚体の前方でなされること，刺網に刺つた魚の羅網部での体周を C_D，目合を L，$\alpha=C_D/2L$ とし，魚体の違い，網地材料の違い，目合の違い，魚種の違いなどによる α の分布の様子を検討して，ある目合でとられる魚の α の分布は魚体が太つたり，大きくなつたりすると大きい方にずれること，材料が変つても（太さのほぼ等しいアミランと綿糸とで）α の分布に大きな違いはなく，また同一魚群（大羽イワシ）に対しては目合が多少違つても分布に大きな違いはなく，同一目合でとられたセイゴとコハダで運動力の大きい前者で α の分布は大きい方にずれることなどが判つた。

6 刺網の選択性に関連して，魚群の体長分布が一様のばあい，ある目合でかかる体長分布すなわち目合によるかかりの比率の算出法を求め，イワシの体長および体周についてその比率の分布を計算したところ，いずれもほぼ同じようなかたちの分布が得られた。

Studies on Gill Nets—I.

Performance of Gill Nets and Reaction of Fish to the Net

Masatsune NOMURA

Synopsis

I. *Introduction*: Factors participating in fishing mechanism of gill nets may be related with biological aspects of fish, physical properties of the net, and environmental characteristics of fishing grounds. The present series of the studies deals with physical aspects of twine and construction of nets and underwater luminosity with respect to fishing efficiency of drift nets and bottom gill nets. With reference to these preliminary data, discussions have been given in regard to some of practical problems such as reaction of sardine to the net observed by means of an echo sounder, and subjects pertinent to selectivity of fish by various parts of a net or by mesh rize.

II. Factors Governing Catches of Various Gill Nets

II. 1. *Kinds of Materials for Twines*: Twines for gill nets should be provided, to an

extent, strength, pliability and elasticity. In addition, invisibility of material under water is also desirous for the net. It was probably for these requirements that fishermen in early days used for their gill nets single twisted threads of fine splitted barks of hemp. In the years around 1890's certain localities on the Pacific coast of Japan found a cotton net for mackerel and a silk net for thread herring more efficient than hemp nets for the same reasons.

Prior to 1930, salmon gill nets at localities on the northern North Pacific were made of either silk, hemp, cotton or flax yarn (Hokkaido Fish. Exp. St., 1931). However, the ramie twine became in prevalent use when single twisted ramie, 20's, 5 plies, was found much better than any other material in regard to strength, elasticity, resistability against bacteriological decomposition, and mesh fastness (*ibid.*, 1932 and Jap. Bur. Fish., 1936). In a few years since 1952, nevertheless, ramie twines in those regions were completely superseded by nylon, which is stronger for the size than ramie (Abe *et al*, 1954).

It is obvious that the smaller the size, the more pliable becomes a yarn. Therefore, the size of fishing twines should be minimized as much as the strength needed for them allows. For this reason, fishermen on the southwestern coast of the Japan Sea could increase sardine catches by changing the size of the cotton twine from 30's, 4 plies to 20's, 4 plies, or by use of left twisted cotton instead of right twisted one.

In sardine drift nets operated by night, nylon nets had produced better catches than any other nets before nets made from polyvinyl alcohol came into existence (Table 1). As compared with fish gilled on nylon net, the sardine caught with the polyvinyl net received smaller wound and could be removed off meshes with less difficulty. In cases of salmon and flying fish, however, nylon nets are still in service because defects caused in gill-netting these fishes with nylon twines are not so serious as in case of the sardine. Superiority of nylon over other materials for gill nets has been also proved experimentally.

II. 2. *Construction of Net*: The number of fish gill-netted is often dependent upon construction of the net. Because the shape of mesh is variable with hanging, while the quantity of float and lead changes tension of the meshes. An optimal depth of a net may be determined by such factors as the size of boat, man-power, oceanographic conditions of fishing grounds, and so forth. A two-dimensional proportion of a gill net should be adjusted rationally according to behaviours of fish and their inhabiting layers. For instance, a greater catch is expected from the surface or the bottom by horizontally arranging as many meshes as practicable. In case of fish living in mid-water, the number of mesh should be vertically increased so as to intercept their swimming layer.

If a gill net can hypothetically stand still at any depth of water, buoyancy of floats (f) along a unit length of the upper edge of the main net may be expressed by

$$f = w_1 + w + w_2$$

where w_1 or w_2: weight in water for unit length of either the float line and the upper selvage of the net, or the lead line and the lower selvage of the net, respectively,

w: weight in water for unit length of the main net.

Vertical tension for unit length of the net for a part from the upper edge of the main net down to a depth Z is

$$f - w_1 - w \times Z/h = w(1 - Z/h) + w_2$$

where h: total depth of the net.

This net may be used either in the surface layer or on the bottom by adding a number of float or lead, respectively.

When the net is shortened at the rate of $\cos\varphi$, vertical tension for unit length on the net fabric is

$$2\tau \sin\varphi / 2L \cos\varphi = \tau / L \times \tan\varphi,$$

where τ: tension on the legs of meshes,

$2L$: size of the mesh.

Therefore, tension on the legs of meshes is $[w(1 - Z/h) + w_2] L \cot\varphi$ for a drift net, or

$[f-w_1-w\times Z/h]L\cot\varphi$ for a bottom gill net, with a maximum tension on the upper edge of the main net being either $(w+w_2)L\cot\varphi$, or $(f-w_1)L\cot\varphi$, respectively.

On the basis of these equations, tension on a unit length of the net (gr.) τ is indicated in Fig. 1 and Table 2 for drift nets and bottom gill nets for various species of fish. Fig. 1 and Table 2 suggest that it is possible to extend the depth of drift nets for sardine, herring, and mackerels, as an increase in the tension by the current is not very large in these types of gill net drifting rather free. On the other hand, possibility to exend the height of a bottom gill net is limited as the force and area of the tension the net receives are much larger than a drift net. Fish such as tuna, Spanish mackerel and skipjack give a drift net an impact as they usually dash at the net before being entangled in it. Therefore, these drift nets are narrow in depth for the length and avoid lead and lead line in order to keep the tension at a minimum. In Fig. 2 a relation is nearly linear between mesh sizes of drift nets for various fishes and the mean tension on net fabric as expressed in $Z=h/2$. However, scrutiny of Fig. 2 reveals that one group of drift net gilling fish generally has a higher tension than the mean value of the mesh-tension relationship as compared with another group entangling fish. In bottom gill nets there are also two types, one mainly entangling crab, shrimp, flat fish, sea bream and so forth, the other gilling yellowtail, cod, pollack, jack mackerel, and shark. In the former, the tension is made small by giving the net a light twine, a large hanging, and a small buoyancy. While in the latter, the tension and its area are made often much larger than in drift nets by adjusting the buoyancy of floats to the current of fishing grounds. Particularly bottom gill nets for large fish such as yellowtail and shark need to be provided with a high buoyancy by using large-sized twines.

II. 3. 1. *Diurnal Movement of Fish and Lunar Influence*: Fish are active at dawn and dusk. Isomae (1894) gave an account of drift nets for bluefin tuna which used to be hauled up at about ten at night and again at about four in the following morning. The spiny lobster is gill-netted from 6 to 8 p.m. and 2 to 4 a.m. (Kubo. 1953), while the prawn during three hours following 30 minutes after sunset and again at dawn (Ohata, 1956). Since visibility of the net lowers in dark water, fishing is probably more favourable at night rather than day, in turbid water than clear, and with a dull coloured net than bright one. For instance, adoption of polyamid gill nets in place of silk nets increased both catches of the halfbeak, *Hemirhanplus sajori*, in day-time fishing in Tokyo Bay and trout catches in moon night fishing in Lake Biwa (Shiga Pre. Fish. Exp. St., 1952). In drift netting for tuna off Kochi Prefecture and salmon in the North Pacific, harvest is often affected apparently by marine bioluminescence.

The age of the moon appears to influence catches of gill netting by night. Few spiny lobsters are caught on the moon night during the spring tide. Numbers of tuna are gilled in dark night and rough weather (Isomae, 1894), but few or no catches at all on the moon night (Niigata Pref. Fish. Exp. St., 1902–1906). However, Savage and Hodgson (1934) reported that gill-net catches of herring were maximum on the east Anglican coast particularly when the later came the mid-week full moon in October and the earlier did it in November.

Vertical migrations in diurnal hours were dealt with by the various workers: Richardson (1952) for English herring and small pilchard, Yudovich (1954) for herring off Sakhalin, and Ito *et al.* (1955) for spawning sardine in Noto area on the Japan Sea coast. According to Nomura (1959), sardine off Yamaguchi Prefecture emerge for a while from depths below 40 meters to the surface just before sunrise at a certain range of underwater luminosity, but disperse again below 30 meters at a brighter luminosity.

Most of these phenomena support advantage of invisibility for gill nets under water. Nevertheless, presence of more or less negative cases (see Fig. 4 and also Kamata, 1909) makes the lunar influence upon gill-net catches refutable. Either there are no conclusive evidences to attribute diurnal movements of fish simply and directly to changes in underwater luminosity.

II. 3. 2. *Brightness of Nets*: In water the colour and brightness of a net change their intensities. Nomura (1959) tested effects of differently coloured nets upon catch by inserting each net at random in a fleet of nets. Table 3 presents the number of gill-netted fish, distributive arrangement of coloured nets in field experiment carried out in day-time from January to February 1955, and at night from March to April 1955. Comparison between pairs of nets

adjacent to one another revealed that a better catch can be expected in day-time with darker nets than lighter ones, but no differences at night.

II. 4. *Selectivity of Mesh*: Since Buchaman—Wallaston (1927) and Hodgson (1927) took up the subject, many workers have dealt with selectivity of mesh of gill nets. Nomura (1959) discussed differences of mesh selectivity by species of fish on the basis of data obtained from gill-netters operating for sea bass, *Lateolabrax japonica*, and gizzard shad, *Konosirus bunctatus* in Tokyo Bay and from sardine drift nets in the Japan Sea. Fig. 5 indicates measurements of a gill girth (C_G), maximum body girth (C_M), and a girth around the part at which fish plunged into the mesh (gilled girth, C_D) for the three species of fish. In every species the wet length of the four sides of a mesh, $2L$, is much shorter than the mean value of C_G of the fish, and almost equivalent to, or a little shorter than, the minimum of C_M; while most of C_D are larger than $2L$. Some of sardines which often fall out of a mesh onto the deck as a gill net is hauld up show values of C_G much larger than C_G of ordinarily gilled fish. Sometimes the number of "fallen sardines" amounts to 10 to 25 per cent of the total catch. Between the sea bass and the gizzard shad gilled in nets of 16.5 *fushi** and 19.5 *fushi*, the former was always larger in C_G and C_M than the latter.

Fig. 6 compares length-frequency distribution of the halfbeak between gill-net catch and purse seine catch operated at the same locality and time. It is obvious from this figure that the body length of gill-netted fish is limited to a narrower range than that by purse seine.

III. Mechanism of Sardine Gill Nets

III. 1.1. *Optimal Length of Strops*: A drift net for larger-sized sardine off Yamaguchi Prefecture hangs down to a depth around 40 meters by means of strop lines, each supported with a wooden cask. In an attempt to determine an optimal length or depth of strop Table 4 has been prepared on the basis of data from 32 fishing trips carried out at that locality by early February 1956 (Nomura, 1959). Items shown in Table 4 are: the amount of catch (C), the length of strop (L), smimming depths from the surface to the upper end of shoals, mean swimming depth (D) among occurring shoals, difference (H) of a minimum swimming depth from a maximum, difference of D from L, and a vertical section of the net which had a better catch than the other sections. C is represented by *kan* (1,000 *kans*=3.75 metric tons); L, D and H by *ken* (1 *ken*=1.5 meters) read from fish finders. Reference to the relation between C and L plotted in Fig. 7 reveals that a good catch can be expected when the strop is longer than 30 *kens*. In the relation between C and $L-D$ (Fig. 9), catch is apparently good when the value of $L-D$ ranges from +5 to +15 *kens*. Since the depth of the net (N) was always limited to 12 *kens*, a good catch was thought expectable either on the upper section of the net when $D<L$ and $H<N$, on the lower section when $D>L$ and $H>L$, or throughout the depth of the net when $D<L$ and $D+H>L+N$. However, Table 5, comparing the actual and the expected distribution of catch on the net disproves existence of these relations.

III. 1.2. *Reaction of Fish to the Net*: In order to clarify a reaction of fish schools as they approach the net, schools both before and after shooting the net were counted according to whether the upper end of a school was above the cork line or below the lead line. In comparison with the number of schools found before shooting the net, the decrease of schools above the cork line may be interpreted that schools have probably sunk below that line upon shooting the net. In the same fashion, the decrease below the lead line may mean rising-up of schools above the lead line. Table 7 and Fig. 12 represent the number of schools that either sank below the cork line or rose above the lead line. From these representations it is inferred that schools of large-sized sardine sink down almost always when they approach the net.

When the numbers of schools both sinking below the cork line and rising above the lead line upon shooting the net are combined together with the number of schools found between the both lines before shooting the net, one may obtain the number of schools expectable of

* In Japan the size of a mesh is usually expressed by the number of knots or *fushi* per length of five *sun* (approximately 15 centimeters) of stretched net.

encountering with the net. If these schools are the same in density, it may be feasible to draw a roughly proportional relation between the expectable number of the encountering schools and the resultant catch as in Fig. 13.

III. 1.3. *Rational Shooting of Gill Nets*: Use of fish finders enables one to decide whether a fish school found is worth shooting the net. Since sardines tend to sink down upon approaching a net hung in mid-water, it may be advisable to pay out the net in such a manner that it will reach the fullest depth of strops determined as above, and then be drifted by the current to the front of fish oncoming along the current.

In order to verify this proposition, net-shooting manners are sorted into three categories: a=better, b=good, and c=wrong as in Fig. 16. Data used here include traces of fish schools given on fish-finder records, time of netting, tracks of the boat and other information from 73 trips carried out at the locality and time described above. In Fig. 16 a dotted line or a solid line shows the track of the boat either scouting fish or shooting a net, respectively; hatched shades, a fish school and its density; an arrow, a direction of the current. Table 9 makes it possible to compare the three netting manners, catch in *kans*, the number of fish recorded as oncoming to the front of the net, and various patterns of school density. When frequency distributions of the netting manners are made related with the amount of catch as in Fig. 17, it can be seen that a poor catch takes place at frequency increasing from the better shooting to the wrong one, proving the above proposition.

III. 2. *Distribution of Catches on the Net*: It seems possible that distribution of catches on a drift net is affected by such factors as the seam of the net, and differences in color or brightness between two adjacent sections of the net. In order to determine influences of these factors upon the distribution, data obtained from sardine drift-netters off Yamaguchi and Tottori Prefectures in 1956 and 1957 have been analysed. Upper panel of Table 10 shows, for example, the catches made by a gill-net consisting of 32 sections. The amount of catch (*kan*) is indicated for every one-fifth of horizontal divisions of each sectional net. Lower panel shows the amount of catches for vertical divisions of each of 27 sectional nets; the uppermost and the lowermost divisions being each 140 meshes deep, and the intermediate divisions 420 meshes deep.

The former panel indicates occurrence of a mode of catches on which fish was possibly concentrated in some of the horizontal sections of the net. In Table 11 the catches in the horizontal distribution on one example of fishing are arranged by placing the division with a mode at a cardinal point, 0, the division nearest to 0 as I, the second nearest as II, and so on, at the both side of 0; an asterisk showing the seam between the divisions. The lower panel of Table 11 shows, for each division with or without the seam, the frequency of catch of one division which was higher (+) or lower (−) than, or the same (•) as, the cardinal point or another division closer to the cardinal point. Table 12 shows counts and ratios of the frequency of comparative catches between any two adjacent divisions with or without the seam on the basis of all the datas obtained from the same sources described before. Tables 11 and 12 suggest that the horizontal distribution of catch appears to be disturbed at the seam to some extent, possibly because the meshes at the seam are narrower than those in the other parts of net and the seam, as connected with a buoy line, tends to be swayed about more scaringly than the other parts of net. This interpretation is supported with Table 13 and Fig. 19 which show relation between the force of waves and frequency of catch occurring or not occurring at the seam as observed on the occasions mentioned above. It has been further analysed that an effect of the seam to lower the catch is made stronger by difference than similarity in brightness or color between two horizontally adjacent divisions of net (Table 14). Fish schools tend to be a little often concentrated on a darker or cutched division of net than they do on a lighter or blue-colored net when the both nets are placed side by side.

In the vertical distribution of catches, existence of the float line at the uppermost division of net and the lead line at the lowermost seems to rarefy the occurrence of catches in the both divisions, each 140 meshes deep. On the basis of catches having occurred in three intermediate divisions, upper, lower, each 140 meshes deep, and middle 420 meshes deep, the ratio of catches in anyone of the divisions has been analysed. Table 16 indicates the counts of frequency of

vertical catches with each horizontal section arranged on the both sides of the sections having a mode; (0) represents the occurrence of insignificant catch; a dot (•), no data; each of three digits in a section shows the frequency in a horizontal division of the section. The panel a and a′ of Table 16 shows the frequencies in the lower divisions when the upper had no catch; b and b′, the upper division when the lower had no catch; c, the frequencies of middle divisions when the upper and the lower nets had no catch. According to these arrangements, schools of sardine seems to be more densely formed around their center than their flanks regardless of their swimming depths as the mode of the frequency shows. The existence of the mode of the frequencies in every panel suggests that fish in the flanks of the school are somewhat dispersed vertically when they in that formation encounter with a gill-net.

III. 3.1. *Netted Position and Size of Fish*: In Table 17 the numbers of sardine caught on a gill net are indicated by the size of fish in increasing order from a to d and by netted positions, A, B, C, D, as illustrated in Fig. 20; the column in the furthest right shows the number of fish which failed to indicate a netted position. It is evident from Table 17 that the netted position of fish is in adverse relation with the size of fish; the smaller the size, the greater the height of the netted position, and vice versa.

III. 3.2. *Netted Positions of Fish and Positions of Net*: Table 18 indicates the number of gill-netted sardine by netted positions, A, B, C, D, and by positions of a net, center, and the both ends of a horizontal section which is 1.5 meters wide. The presentation in Table 18 may be interpreted that the center of net where meshes are more slackened than the ends seamed with the adjacent sections is capable of catching a larger number of fish, not referring to differences in the size of fish.

III. 3.3. *Girth of Netted Position and Mesh Size*: The relation between a mesh size (L) and the body girth (C_D) at which fish is gilled on a net may be expressed as $C_D=\alpha\times 2L$, where α is a constant dependent on elasticity of twine, tension of net, mobile strength of fish, length, fatness, and flexibility of the fiish body. The frequency distribution of α and the number of catch by the netted positions, A, B, C, D, are indicated in Tables 19 to 21 for materials of net twine, sizes of mesh, or species of fish, respectively. In Table 19, showing sardine catch, one may see that the distribution of α slides to a larger side in any groups of body length when the fatness (K) or body length (l) becomes large. Distribution of α by fatness (K) or body length (l) is independent of material of nets including nylon net ($L=3.95$ cm) and cotton net ($L=4.02$ cm) (Table 19). Difference in mesh size within the range from 3.84 to 4.26 cm does not seem to influence the distribution of α and the number of catch (Table 20). In Table 21, comparing two species of fish, the sea bass and the gizzard fish, frequency distribution of α of the former inclines to a larger side of the α intervals in comparison with the distribution of α of the latter. This phenomenon may be mainly attributable to differences in mobile strength, rather than in the shape, of these species. Comparing two sizes of mesh, a large mesh (16.5 *fushi*, $L=4.9$ cm) mainly used for II-age of the sea bass, and a small mesh (19.5 *fushi*, $L=4.09$ cm) for I-age of the same species, one may see that the former has distribution of α inclining to a larger side of the α interval. In this case, the phenomena may be attributed to the mobile strength of fish which increases with the growth of fish.

III. 4. *Ratio of Fish Gilled in a Mesh Length*: Suppose the range of body length (or girth) distribution of a shoal encountering with a gill net is as illustrated in Fig. 21 with body lengths of fish to be caught by a mesh length L_1 (or L_2), and x_i, x_i' (or x_i'') denotes the probability (section) area on the histogram distribution of body length, which is either divided by unit centimeter a, or caught by mesh length L_1, (or L_2), respectively. Then the ratio of fish e_i' gilled by mesh class i can be expressed as:

$$e_i'=\frac{\dfrac{x_i'}{x_i}}{\sum_{i=1}^{i=n}\dfrac{x_i'}{x_i}}.$$

If the length distribution at mesh length L_1 is slided by a centimeter as compared with the

length distribution at mesh length L_2, $e_i'=e_{i+1}''$. Therefore,

$$x_i=\frac{x_i'}{x_{i+1}''}\cdot\frac{\sum_{i=2}^{i=n+1}\frac{x_i''}{x_i}}{\sum_{i=1}^{i=n}\frac{x_i'}{x_i}}\cdot x_{i+1}.$$

When a is made little and there are a sufficient number of fish for measurement, then we can put approximately

$$\sum_{i=1}^{i=n}\frac{x_i'}{x_i}\fallingdotseq\sum_{i=2}^{i=n+1}\frac{x_i''}{x_i}$$

and if

$$x_i'/x_{i+1}''=\tau_i,$$

then

$$\begin{aligned}x_i&=\tau_i\times x_{i+1}\\&=\tau_i\cdot\tau_{i+1}\times x_{i+2}\\&\vdots\end{aligned}$$

Therefore, the ratio $e_i' : e_{i+1}' : \cdots\cdots$ of fish in mesh class i, $i+1$, $\cdots\cdots$ at the length class interval a is

$$\begin{aligned}e_i' : e_{i+1}' : \cdots\cdots : e_{i+n}'&=\frac{x_i'}{x_i} : \frac{x_{i+1}'}{x_{i+1}} : \cdots\cdots : \frac{x_{i+n}'}{x_{i+n}}\\&=\frac{x_i'}{x_i} : \frac{\tau_i\times x_{i+1}'}{x_i} : \cdots\cdots : \frac{\tau_i\cdot\tau_{i+1}\cdots\cdots\tau_{i+n-1}\times x_{i+n}'}{x_i}\\&x_i' : \tau_i\times x_{i+1}' : \cdots\cdots : \tau_i\cdot\tau_{i+1}\cdots\cdots\tau_{i\times n-1}\times x_{i+n}'\end{aligned}$$

Thus, the percentage of $e_i' : e_{i+1}' : \cdots\cdots$ can be calculated without a direct knowledge of the composition of a shoal encountering a net.

In Fig. 22, two histographs of the upper panel shows body length distribution (l) of sardine caught by mesh size 9.0 *fushi* and 8.7 *fushi* in this order; in the middle panel, gill girth distribution (C_G); and the lower panel, gilled girth distribution (C_D). Relations of the three kinds of selectivity to the ratio of catch are presented on the basis of the above computation in Fig. 23. Selectivity distributions both of l and C_G are of the same type. However, effects that catch received from various factors such as elasticity of twine and tension of the net may be different depending on a gilling position of net. Therefore, it is most possible that the effects of the various factors are counterbalanced with each other and result in making the selectivity distribution of C_D nearly normal. In short, Fig. 23 seems to suggest validity of the above computations.

刺網の研究—II.

刺網漁業の漁獲性能とその漁場成因*

野村正恒

目次

I. 戦前までのイワシ刺網の漁具変遷に伴う漁獲性能の変化 ……57
II. 戦後におけるイワシ刺網漁業の漁獲性能の比較 ……59
1. 性能指数と1航海当り漁獲高との関係……59
2. トン数の変遷と1航海当り漁獲重量……63
3. 性能指数と漁船の大きさとの関係……64
4. 魚探装備による漁獲性能の変化……64
5. 合成繊維漁網使用による漁獲性能の相違……66
III. サバ刺網漁業での漁獲性能の比較 ……66
IV. イワシ刺網漁業による資源尾数減耗率と漁場の特徴よりみた漁場形成の一考察 ……69
V. サバ刺網漁業とその漁場成因に関する考察 ……77
1. 八戸漁場のサバ漁業の発達と現状……77
2. サバ漁場成立の要因並びに流網とはね釣りの漁獲機構に関する考察……78
VI. 要約 ……80

I. 戦前までのイワシ刺網の漁具変遷に伴う漁獲性能の変化

イワシ刺網漁具の発詳の起源ははつきりしないが，京都府漁業誌[1]の記するところによると，1480年代に若狭，丹後でイワシ底刺網が存していたという。また東京湾及び紀州では1800年代に小晒という名称でイワシ流網が盛んに用いられている[2]。日本海側北部の新潟，山形県でもこの年代に用いられた[3,4]。明治になつてこの漁業は漸く盛大になり，太平洋側では東京湾，紀州沿岸，豊後水道沿岸，日本海側では京都，石川，新潟地方で主として行なわれた。明治中期までは中羽以下のイワシに刺網が用いられていたようであるが，中期以後になつてとくに日本海側では大羽イワシを対象として中層でのイワシ流網として用いられ各地で採用されて大正時代に発達し[5~13]，これが今日の流網漁具の基礎となつている。第2次大戦前の日本海側（主として）各県におけるイワシ刺網漁具・漁法に関する要覧は第1表に示す通りである。これで見るように明治後期になつてチナワ** を除きしかも従来の網巾を大巾に増加した改良流網の出現を見るに至つて，漁獲性能は格段に高まつたものと思われる。かくして漁場は沖合に拡大され，たまたま網地の材料も麻網から綿網に転換されて機械編綿漁網が大量に使われるようになつたことなどから，船の大型化と動力化並びに機械化が推進され，漁具の捲揚機が考案されるに至つた。

性能の変化を窺うイワシ流網漁業の漁獲統計は戦前には断片的にしか知られてないが，大正末期にあつて石川・山口両県における漁獲統計表によると部落別の1隻1漁期平均漁獲量の平均値が石川県では大正9年に24万尾，大正13年に34万尾で部落別平均出漁日数の平均値は大正9年に42.5日，大正13年に30

* 1961年1月7日受理，東海区水産研究所業績 A第141号

** 下げ縄またはクモデ等ともいう。中層刺網において肩縄（浮子綱）より2~5尺間隔に2~5尺の長さのチナワを下げ，その下に身網をつける。身網の浮子は肩縄方においてチナワをとりつけた間隔毎に付けるのが普通である。

第 1 表　イワシ刺網漁具主要表（第二次大戦前迄）

Table 1. Constructions of sardine drift net before World War II.

府県	年代	網糸材料	網地の規格	掛日数	漁法	構成上の特徴	一反の長さ	規模	揚網法	地方
北海道	昭10～15年	綿糸	20′S～24′S, 4本, 1.35寸	600日	改良網		出来上り間 35	使用反数20反, 5㌧動力船	足踏式	泊
	〃	〃	20′S, 4本, 1.35寸							
青森	大正3年	〃	20′S, 4本, 1.6寸	250	改良網		35	15反, 和船	手揚式	深浦
	昭10年	〃	20′S, 4本, 7.5節							平沢
	明.43～大.4	〃	20′S, 4本, 1.5寸	300			27～35	15～25, 和船	手揚式	土崎
秋田	大正7年	〃	〃	〃	ちなわ式 浮刺		33		手揚式	平沢
	昭10年	〃	24′S～30′S, 4本, 1.3寸	320	改良網					
山形	明.30年代	麻糸（青苧）	左片撚, 1.3寸	175	ちなわ式 浮刺		47	19, 和船	手揚式	西田川郡
	大正5年	綿糸	20′S, 4本, 1.5寸	300	改良網		35	20, 和船	手揚式	
	〃	〃	30′S, 3本, 1.3～1.7寸	250	〃		50	35, 和船	手揚式	加茂
	昭10年	〃	30′S, 4本, 1.4寸							
新潟	明.33年	麻糸（金引麻）	9.0節	160	ちなわ式 浮刺		40	10, 和船	手揚式	
	明.41年	麻糸（越後金引）	1.3寸	141	〃 中層		63			
	大正5年	綿糸	20′S, 4～6本, 1.4寸	400	改良網		20～25	10, 和船	手廻式揚網機	
	昭.10年	〃	30′S, 4本, 7.8節							
	昭.14年	〃	20′S, 4本, 8.0節	400	〃		22			
石川	明.30～40	麻糸	片子撚, 8.5節	150	ちなわ式 中層	浮子使用せず	28～30	8, 和船	手揚式	
	明.40年	麻糸	〃 8.0節	120	〃		22	15, 和船	手揚式	
	大正5年	綿糸	30′S, 5本又は40′S, 6本	700	改良網	〃	23	10, 和船	足踏式捲揚機	
	大正9年	〃	20′S, 4本, 7.8～8.0節	500～700	〃		20～23	13～15, 和船	足踏式捲揚機	
	昭.14年	〃	20′S, 4本, 8.0節	700	〃				〃	
京都	明.38年	麻糸	片子撚, 13節（中羽イワシ）	200	ちなわ式 中層	浮子使用せず	15		手揚式	中
	大正2年	綿糸	30′S, 3本, 11.0節	160	改良網		21	10, 和船	手揚式	
	大正2年	絹糸	片子撚,	80	ちなわ式 浮刺		12		手揚式	久美浜
福井	大正5年	綿子	20′S～30′S, 4本, 8.2節	600	改良網		22	10, 和船	手廻式捲揚機	
鳥取	明.40年代	麻糸	片子撚, 8.0節	150				16, 和船	手揚式	浦富
	昭.10年	綿糸	24′S, 4本, 8.0節	400	改良網		27		手廻式捲揚機	名和瀬
	昭.24年	〃	30′S, 4本, 8.0節	500	〃		35		捲揚機	浦富
島根	大正3年	〃	20′S, 4本, 1.2寸	200	〃					
	大正3年	麻糸	片子撚, 8.5節	300	〃		6.5			
	大正8年	綿糸	20′S, 4本, 7.3節		〃				動力捲揚機	
山口	大正3年	綿糸	20′S, 4本, 7.6節	600	〃		35			
	大正4年	〃	20～30′S, 4本, 1.3寸	400～600	〃		30～50	10, 和船		
	昭.13年	〃	20′S, 4本, 7.8節	600	〃		35		捲揚機	

日とあるので1日1隻当り漁獲高は大正9年に 5,600 尾, 大正 13 年に 11,300 尾であつたということになり，山口県では同様にして1漁期1隻当り平均漁獲量が大正 10 年に 18 万尾，大正 11 年に 29 万尾，大正 13 年に 34 万尾で平均出漁日数は大正 10 年に 47 日であるので1日1隻当り漁獲高は大正 10 年に 3,800 尾であつたということになる。これに対して大羽イワシ流網漁業が恢復した戦後の1日1隻当りの漁獲量を農林省統計調査部からとつて比較すると，第2表にみる通りで，漁業の能率が戦後いく分高まつた程度と考えられ易いが，漁師は一様にイワシが現在は大正末期にくらべて少ないことを訴える。このことは漁業の資源に対する圧力が現在，大正末期にくらべてかなり強いということを暗示する。

第 2 表　1日1隻当り漁獲高の比較

Table 2. Comparison of catch per boat-day between 1910's and 1953—55.

	戦前			戦後		
	大正9年	大正10年	大正13年	昭和28年	昭和29年	昭和30年
石川県	5,600 尾		11,300 尾	13,700 尾	8,400 尾	9,000 尾
山口県		3,800		8,300	10,100	10,900

(戦後； 1 尾 22 匁として尾数換算)

II. 戦後におけるイワシ刺網漁業の漁獲性能の比較

山口県沖合に出漁するイワシ流網漁業における漁船の漁獲性能を比較するため，日別船別漁獲高資料より年度別，組合別に漁船毎に漁獲性能の指数* を求め，一覧表として第3表に示した。

1. 性能指数と1航海当り漁獲高との関係

まず，求められた性能指数と漁期を通じての1航海当りの漁獲重量との関係を調べる。この関係は久津組合(昭 27 年)，小串組合 (昭 29, 30 年)，和久組合 (昭 28, 29 年)，特牛組合 (昭 27, 29 年)，大島組合 (昭 28, 29, 30 年) の各組合について第1図の 1, 2 に示す。大島組合の昭 28, 29, 30 年の各場合については両者

* 田内は漁具の改良の効果を知るために最少自乗法を準用した一つの方法を示した (田内森三郎，漁具物理学，1953)。すなわち，基準の漁業単位による漁獲量を某月某日で x_i，漁業単位各々の性能を a, b, …, i 日の漁業単位各々の漁獲量を $A_i, B_i, \cdots\cdots$，とすると，A_i-ax_i, $B_i-bx_i, \cdots\cdots$ は漁業単位各々で性能以外の偶然の因子による喰い違いと考えられ，次の条件を満足するよう $x_i, a, b, \cdots\cdots$ はきめられてよい。

$$\frac{\partial}{\partial x}\sum_i\,[(A_i-ax_i)^2+(B_i-bx_i)^2+\cdots\cdots]=0$$

$$\frac{\partial}{\partial a}\sum_i\,[(A_i-ax_i)^2+(B_i-bx_i)^2+\cdots\cdots]=0$$

$$\frac{\partial}{\partial b}\sum_i\,[(A_i-ax_i)^2+(B_i-bx_i)^2+\cdots\cdots]=0$$

$$\cdots\cdots\cdots$$

すなわち　$aA_i+bB_i+\cdots\cdots=(a^2+b^2+\cdots\cdots)\,x_i$

($i=1, 2, \cdots\cdots$ は当日従業の漁業単位について)

$$\sum_i A_i x_i=a\sum_i x_i^2\ ,\qquad \sum_i B_i x_i=b\sum_i x_i^2\ ,\ \cdots\cdots\cdots\ .$$

実際の計算には i 日従業の漁業単位による漁獲量の平均 $\bar{x}_i$ を x_i に代え，

$\dfrac{\sum_i x_{ij}\bar{x}_i}{\sum_i \bar{x}_i^2}$ を以つて j 漁業単位の性能を代表させた。

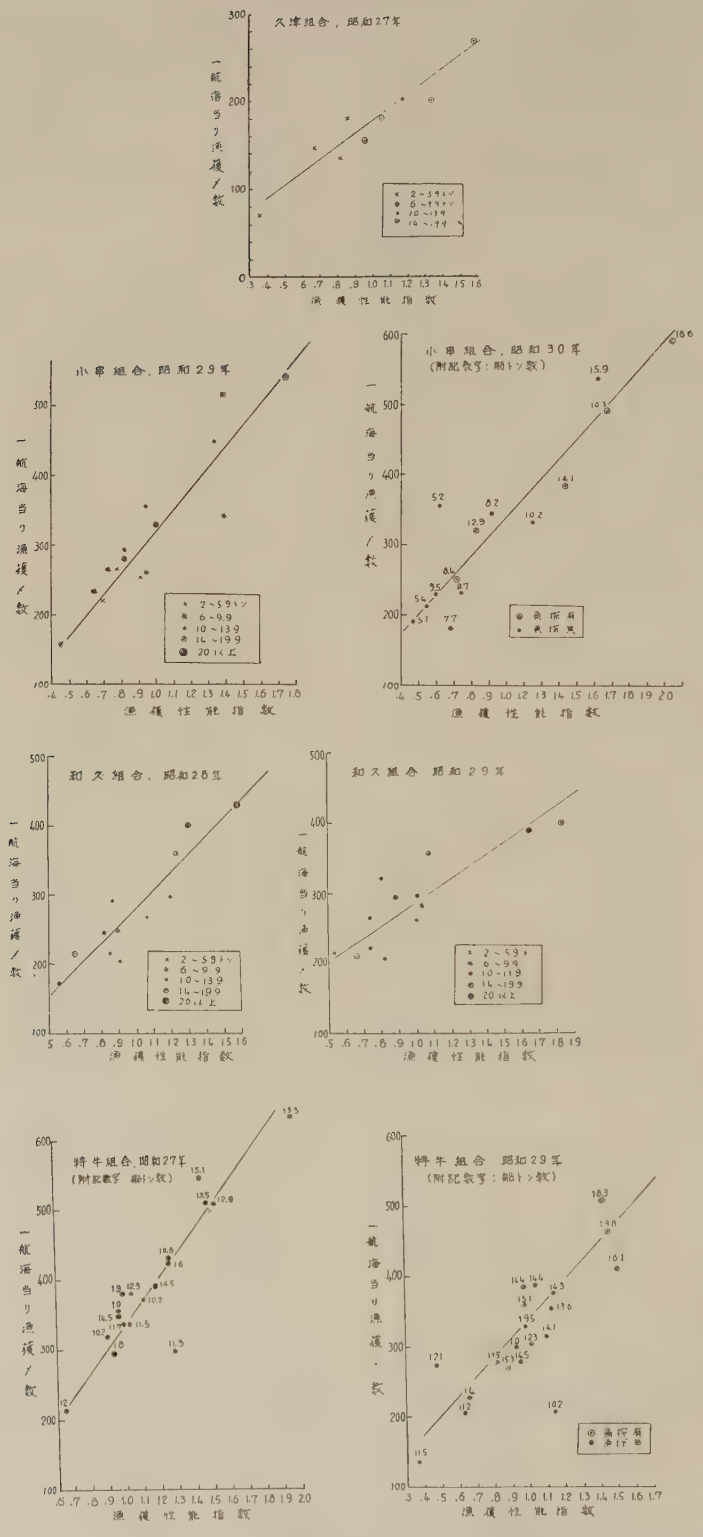
第 3 表　漁船別，組合別の漁獲性能指数

Table 3. Relative fishing efficiency in sardine drift netters, 1952—55.

小串組合 昭29年	漁船名	光栄	No.1 蛭子	有漁	繁吉	こぶき	No.1 厚島	福吉	福寿	金竜	新勢	万漁	No.2 蛭子	No.2 厚島	瀬吉	興漁
	トン数	5.1	5.2	5.4	7.7	8.0	8.2	8.4	8.6	8.7	9.5	10.2	10.4	14.1	15.9	16.6
	馬力	15	15	20	20	25	25	25	25	25	25	25	40	40	40	40
	魚探												有	有		
	使用反数	21	21	21	24	24	24	24	24	24	24	27	30	36	36	36
	性能指数	.77	.69	.91	1.39	.94	.73	.82	.46	.64	1.38	.93	1.33	1.74	1.00	.82
〃 昭30年	漁船名	光栄	No.1 蛭子	有漁	繁吉	No.1 厚島	福吉	金竜	新勢	万漁	No.2 蛭子	No.2 厚島	瀬吉	興漁	新喜	
	トン数	5.13	5.18	5.4	7.7	8.2	8.4	8.7	9.5	10.2	10.4	14.1	15.9	16.6	12.9	
	馬力	15	15	20	20	25	25	25	30	25	40	40	40	40	35	
	魚探						有				有	有		有	有	
	使用反数	21	21	21	24	27	27	27	24	24	36	36	36	36	36	
	性能指数	.46	.62	.54	.68	.91	.71	.76	.59	1.14	1.57	1.33	1.52	1.94	.83	
和久組合 昭28年	漁船名	大一	No.2 大成	興洋	豊栄	No.9 大成	加徳	宝勇	吉栄	大栄	共新	耕洋	長喜			
	トン数	8.9	10.0	11.5	11.6	11.6	12.3	12.5	16.8	19.0	19.1	25.2	25.2			
	馬力	25	30	25	30	25	40	30	55	65	50	65	65			
	魚探															
	使用反数	45	35	40	35	30	35	35	55	50	50	55	55			
	性能指数	.81	.86	.85	1.06	1.19	.90	.55	1.23	.64	.89	1.30	1.58			
〃 昭29年	漁船名	隆昇	大一	No.2 大成	No.9 大成	豊栄	栄進	宝勇	和久	吉栄	福吉	海王	耕洋	長喜		
	トン数	7.9	8.9	10.0	11.6	11.6	12.0	12.5	12.6	16.8	18.8	19.0	25.2	25.2		
	馬力	35	25	30	25	30	25	30	25	55	30	50	65	65		
	魚探															
	使用反数	30	50	35	35	35	35	40	55	55	40	50	65	65		
	性能指数	1.03	.73	.52	.73	1.01	.82	1.00	.80	1.07	.66	.88	1.64	1.83		
〃 昭30年	漁船名	大一	大成	豊栄	宝勇	和久	吉栄	親光	長喜							
	トン数	8.9	11.6	11.6	12.5	12.6	16.8	18.0	25.2							
	馬力	25	25	30	30	25	55	40	65							
	魚探						有		有							
	使用反数	50	35	40	40	55	55	50	65							
	性能指数	1.05	.80	.82	.77	.91	1.24	.81	1.28							
特牛組合 昭27年	漁船名	栄漁	満漁	広栄	金恵	大盛	新盛	宝庄	共栄	No.1 千才	若潮	長崎 善栄	伊藤 七福	No.2 豊漁	No.2 千才	No.5 神漁	仁宝	金比羅	一心
	トン数	10.1	10.2	10.8	10.2	11.3	11.7	11.5	12.9	12.3	12.1	13.5	13.5	14.5	14.5	15.1	16.1	18.0	19.0
	馬力	30	30	25	25	25	30	35	40	35	25	30	30	50	50	55	55	50	75
	魚探																		
	使用反数	35	35	35	30	35	40	40	40	35	30	40	40	40	40	40	40	40	40
	性能指数	.95	1.10	1.25	.89	1.24	1.00	1.02	1.51	1.03	.64	1.95	1.47	1.17	.96	1.43	1.24	.93	.98

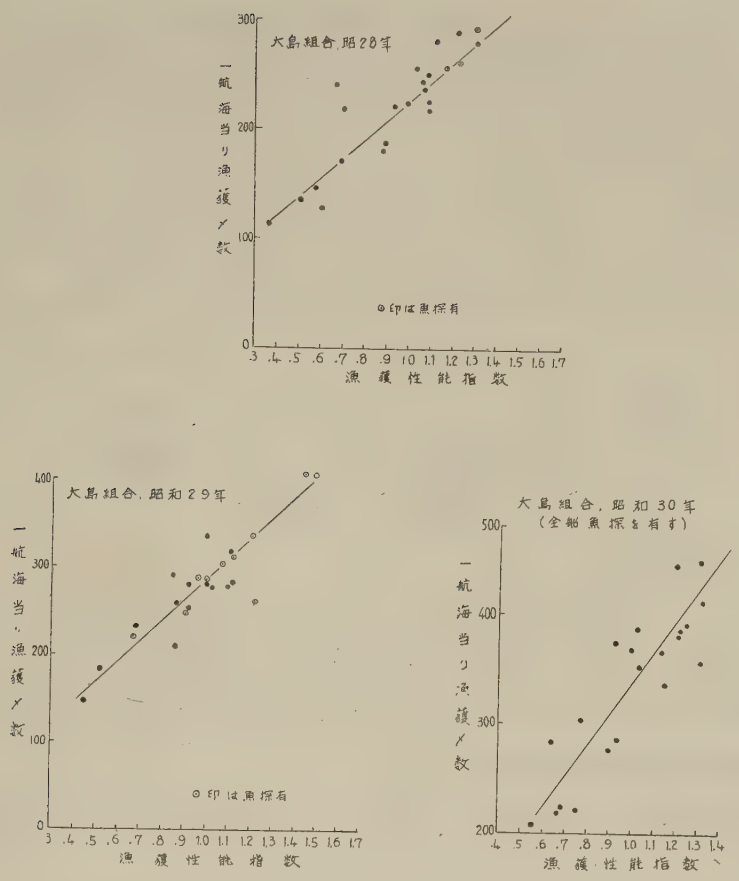
(第3表　続き—Table 3 Continued)

〃 昭29年	漁船名	若潮	宝圧	金恵	栄漁	共陽	No.2 豊漁	南浦	南 善栄	新盛	中村 七福	広栄	No.1 千才	伊藤 七福	No.6 神漁	No.5 神漁	長崎 善栄	No.2 千才	宝洋	仁宝	一心											
	トン数	12.1	11.5	10.2	10.1	11.2	14.5	14.0	14.1	13.6	14.3	19.5	12.3	13.5	15.3	15.1	14.4	14.5	18.3	16.5	19.8											
	馬力	25	35	25	30	25	50	35	40	30	55	45	35	55	60	55	40	50	50	55	75											
	魚探												有	有	有	有	有	有	有	有	有											
	使用反数	30	40	30	40	30	40	35	40	40	40	40	40	40	40	40	45	40	45	40	45											
	性能指数	.47	.36	1.14	.92	.63	.94	.65	1.09	1.12	1.14	.98	1.01	.81	.88	.97	1.04	.97	1.42	1.50	1.45											
大島組合 昭28年	漁船名	長浜	協漁	松	漁栄	三成	昇成	勇勝	大福	幸神	共栄	福寿	新世	竜神	ゆく	日吉	永勝	央	興照	宝蔵	恵比須	竜宝	久栄	更生	竜清	八幡	宝成					
	トン数	10.1	10.7	12.4	8.4	8.9	7.8	11.9	8.3	10.6	10.9	6.0		9.9	11.7	14.3	8.4	11.7	10.4	11.8	10.9	9.2	14.2	11.8	11.7	9.4	11.6					
	馬力	25	25	20	20	20	25	25	25	35	30	17		25	30	40	20	20	25	30	25	25	40	30	30	25	30					
	魚探	有				有			有																							
	使用反数	70	65	55	60	75	65	55	65	50	50	45		60	60	65	65	50	50	50	60	60	60	60	60	60	60					
	1航海当り漁獲高	294	2244	181	305	261	220	172	258	128	146	241	136	371	280	257	238	221	225	220	291	282	252	275	188	226	113					
	性能指数	1.31	1.06	.88	1.63	1.23	1.09	.69	1.17	.60	.57	.67	.51	1.45	1.31	1.03	1.07	.93	1.00	.70	1.23	1.13	1.09	1.33	.89	1.09	.36					
〃 昭29年	漁船名	恵比須	ゆく	勇勝	竜神	松	長浜	興照	竜清	大福	永勝	日吉	央	宝倉	更生	昇成	漁永	共栄	久栄	竜宝	八幡	福寿	三成	協漁	宝成	幸神						
	トン数	10.9	11.7	11.9	9.9	12.4	10.1	10.4		8.3	8.4	14.31		11.8	11.8	7.8	8.4	10.9	14.2	9.2	9.4	6.0	8.9	10.7	11.6	10.6						
	馬力	25	30	25	25	20	25	25		25	20	40		30	30	25	20	30	40	25	25	17	20	25	30	35						
	魚探	有					有			有		有			有		有				有		有									
	合繊漁網使用割合	.17	.10	.10	.14	.14	.38	.10		.20	.20	.17		.10	.10	.08	.08	.10	.10	.10	.10	.10	.25	.25	.10	.10						
	1航海当り漁獲高	305	313	339	319	253	408	337	282	287	280	263	284	210	288	284	250	278	291	259	221	183	408	337	233	147						
	使用反数	1.07	1.12	1.59	1.11	.91	1.45	1.00	.92	1.00	1.09	1.22	1.00	.80	.95	1.11	.91	1.02	.84	.86	.67	.52	1.49	1.20	.67	.44						
〃 昭30年	漁船名	きく	央	勇勝	宝倉	興照	ゆく	久栄	満漁	竜宝	更生	竜清	えびす	松	昇成	漁永	永勝	大福	竜神	三成	協漁	長浜										
	トン数	15.6	11.0	11.9	13.1	10.4	11.7	14.2	13.8	9.2	11.8	16.5	10.9	12.7	17.0	17.8	10.9	9.0	9.9	18.6	10.7	10.5										
	馬力	65	25	25	25	25	30	40	45	25	30	55	35	45	50	50	30	25	25	50	25	50										
	魚探	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有										
	合繊漁網使用割合	.50	.58	.65	.70	.72	.70	.75	.75	.77	.77	.80	.83	.85	.85	.85	.86	.92	.92	.95	.95	1.00										
	1航海当り漁獲高	220	222	392	208	304	286	366	388	284	336	357	414	218	381	375	383	369	276	448	353	447										
	性能指数	.75	.68	1.25	.55	.77	.93	1.13	1.02	.63	1.15	1.31	1.32	.66	1.21	.92	1.22	.99	.89	1.31	1.03	1.20										
久津組合 昭28年	漁船名	大漁	速勝	豊勝	呑漁	勇栄	生漁	海喜	No.1 進漁	No.2 進漁																						
	トン数	3.6	5.0	5.9	5.9	11.0	14.3	15.8	16.6	16.7																						
	馬力	15	25	25	15	18	55	50	50	50																						
	魚探																															
	使用反数	30	25	25	25	25	30	30	30	30																						
	性能指数	.67	.36	.86	.81	1.17	1.33	.96	1.57	1.05																						



第 1 図の 1. 性能指数と1航海当り漁獲貫数との関係

Fig. 1. (1) Relation between the relative fishing efficiency and the catch per trip of sardine drift netters, 1951—55.



第 1 図の 2.　　（同　上）

Fig. 1. (2)　Continued from Fig. 1 (1).

の間の相関係数を求めその相関の有意性の検定を行なつた（第 4 表）。これらを通じてみて両者の間には相当の相関のあることが判る。

第 4 表　性能指数と 1 航海当り貫数との相関係数

Table 4.　The correlation coefficient of the relative fishing efficiency and the amount of catch per trip, 1953—55.

	相　関　係　数	相関の有意性検定
大島組合，昭和 28 年	0.90	$t_0 > t$ ($P_r = 0.01$)
〃　〃 29 年	0.88	$t_0 > t$　〃
〃　〃 30 年	0.87	$t_0 > t$　〃

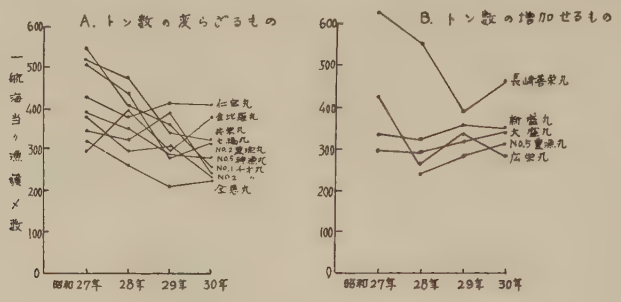
2.　トン数の変遷と 1 航海当り漁獲重量

性能指数と漁船の大きさとの関係を調べる前に，久津，特牛両組合で昭和 27～30 年の 4 カ年間の漁船の大きさの変遷と 1 航海当り漁獲重量とを調べてみた。これによると逐年の平均トン数は両組合とも漸次増加

しており，船を大きくして漁獲能率を高めようとする努力が窺える。船別に見ても，同一船名が何年か引続いて操業している場合新造または改造してトン数を増加している場合が幾例か見られる。

久津組合にあつては 27 年では 4～7 トン船は 1 航海当りの漁獲高が 100 貫台，15～17 トンで 200 貫台，また 28 年でも 3～6 トン船は 100 貫台，16～17 トン船が 200 貫台であつて，船の大きさによつて漁獲高は明らかに相違する。29 年では漁獲の低い 6～7 トン船は全部姿を消している。

特牛組合の資料から，同一船名で 4 カ年を通じて操業を行ないトン数の変らない 9 隻と，この間にトン数を増加させた 5 隻とについて年毎の 1 航海当り漁獲重量をプロットして第 2 図を得た。来遊する魚群量などの漁獲条件は逐年異るが A（トン数の変らないもの）についての各船の漁獲量の低下率に比較して B（トン数の増加したもの）についての各船の漁獲の傾向線はかなり相違して増トンの効果を思わせる。



第 2 図 昭和 27～30 年に亘る 1 航海当り漁獲高の比較
（トン数の変つたもの，変らないものについて，特牛組合）

Fig. 2. Average amount of catch per trip of sardine drift netters, 1952--55.

3. 性能指数と漁船の大きさとの関係

漁船に魚探を装備せず網に合繊を使用しない場合について，各船の性能指数を計算し，漁船のトン数との相関係数を求め且つその有意性を検定しその結果を第 5 表に示す。

第 5 表 性能指数とトン数との相関係数

Table 5. The correlation coefficient of the relative fishing efficiency and tonnage of sardine drift netters, 1952-55.

	相関係数	相関の有意性検定
和久組合，昭和 28 年	0.571	$t_0 > t$ ($P_r = 0.06$)
〃 〃 29 年	0.738	$t_0 > t$ ($P_r = 0.05$)
久津組合，〃 27 年	0.782	$t_0 > t$ (〃)
小串組合，〃 29 年	0.337	$t_0 < t$ (〃)
特牛組合，〃 27 年	0.056	$t_0 < t$ (〃)

有意な相関の得られない小串組合（昭 29 年），特牛組合（昭 27 年）についてはその原因が判明しないが，登録トン数が実トン数とかけ離れたためかも判らない。相関の見られるものについて両者の関係をプロットし船のトン数（x）に対する性能指数（y）の回帰直線式を求め，これに基ずいてトン数別の平均性能指数を組合別に第 6 表に示す。トン数が大きくなるほど乗組員数が多く，使用反数も多くなることが性能指数の高くなる原因と思われる。

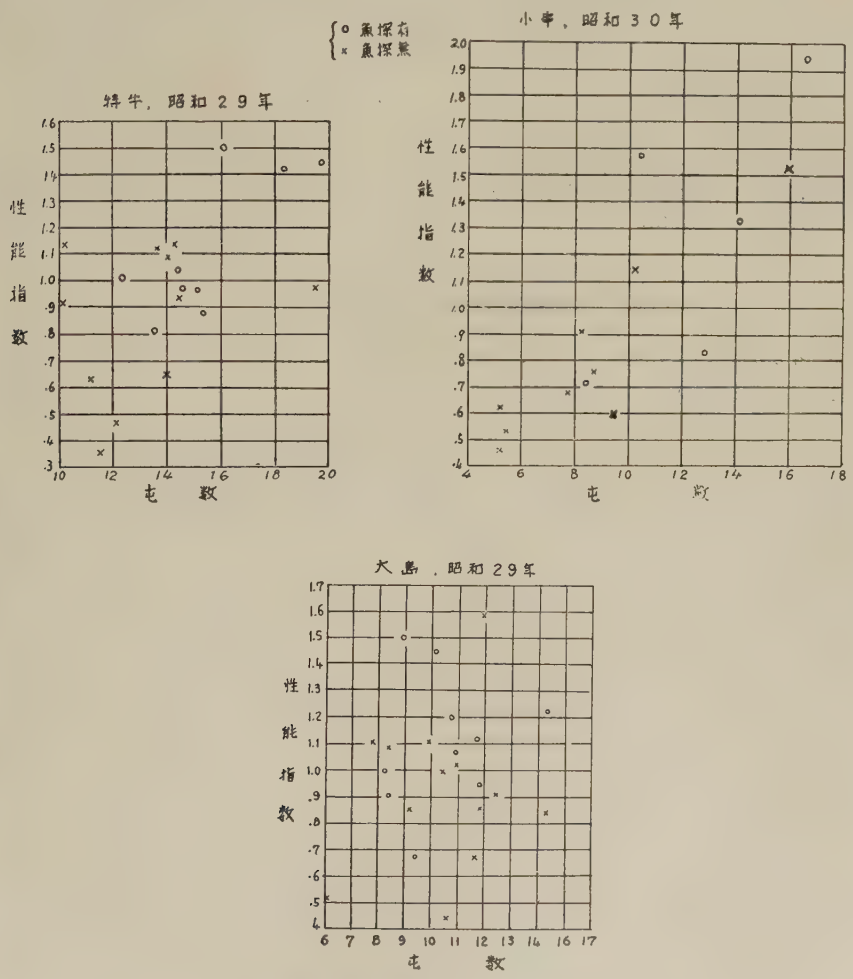
4. 魚探装備による漁獲性能の変化

魚探は，昭和 29 年頃から装備されはじめた。特牛組合（昭 29 年），小串組合（昭 30 年），大島組合（昭 29 年）の場合について船のトン数と性能指数との関係を示す第 3 図および大島組合（昭 28, 29 年）で性能

第 6 表 トン数別の平均性能指数

Table 6. The average relative fishing efficiency by tonnage intervals of sardine drift netters.

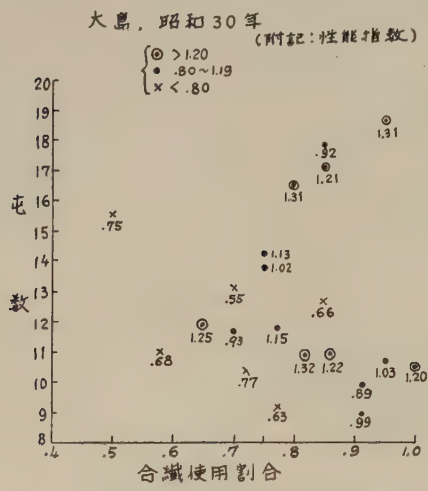
	5 トン以下 (4 トン)	5～9.9トン	10～14.9トン	15～19.9トン	20～24.9トン	25トン以上 (26トン)
和久組合，昭和 28 年	.62	.73	.90	1.08	1.22	1.34
比	.57	.68	.84	1	1.13	1.24
和久組合，昭和 29 年	.63	.75	.94	1.12	1.31	1.44
比	.56	.67	.84	1	1.17	1.28
久津組合，昭和 27 年	.64	.82	1.08	1.34	1.60	1.78
比	.48	.61	.81	1	1.20	1.33
比 率 の 平 均	.54	.65	.83	1	1.17	1.28



第 3 図 指数とトン数との関係

Fig. 3. The relation between relative fishing efficiency and the tonnage of boat.

指数と1航海当り漁獲高との関係を示す第1図の2を見ると，魚探装備の有無によつて性能にはつきりした違いを見ることは困難である。魚探を装備することにより少くとも漁場探査の上ではかなり有利と思われるから，以上のような結果を得たのは昼間操業のため，魚探船の投網附近を魚探を装備しない船が漁場とする傾向のあつたためか，または漁場における漁船の数が多く漁船同士のせり合いがはげしいため魚探による有利な投網法が行なわれ難いためかの原因に基づくのであろう。少くとも性能指数の非常に高い大型船は，いずれも魚探を装備していることが見られる。



第4図 合繊使用割合とトン数との関係

Fig. 4. The relation between percentage of synthetic fiber used for fishing net and the tonnage of boat.

5. 合成繊維漁網使用による漁獲性能の相違

大島組合（昭 30 年）での合繊使用割合とトン数との関係を，性能指数を附記して第4図に示すと，合繊を使うほど性能が高いらしい。この資料を用いてトン数（x）と合繊使用率（y）とに対する性能指数（z）の重相関係数を求めると

$$r_{xy}=-.062,\ r_{xz}=0.261,\ r_{yz}=0.426 \quad で$$

$$r_{z\cdot xy}=0.62_3$$

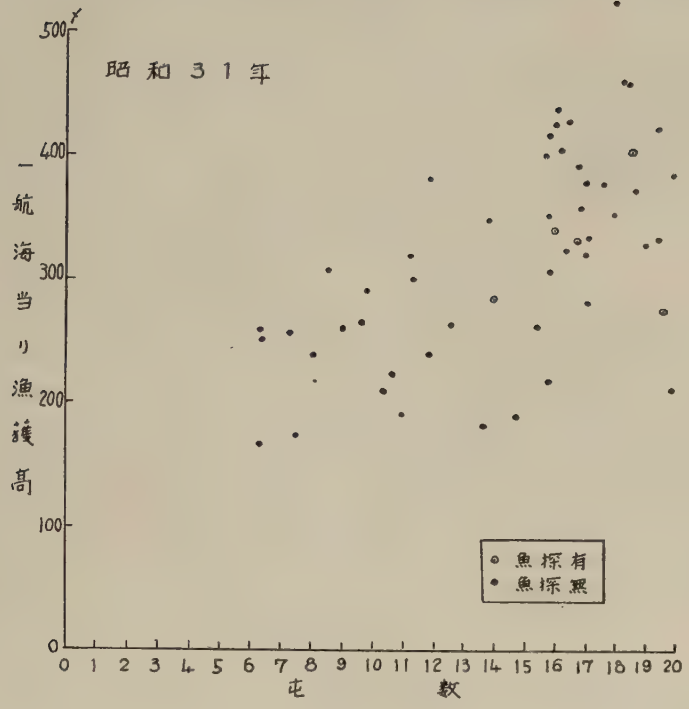
となり，重相関係数の有意性を検定すると危険率1％で有意である。すなわち船の大きさと合繊使用率とは性能指数と相関のあることが明らかである。

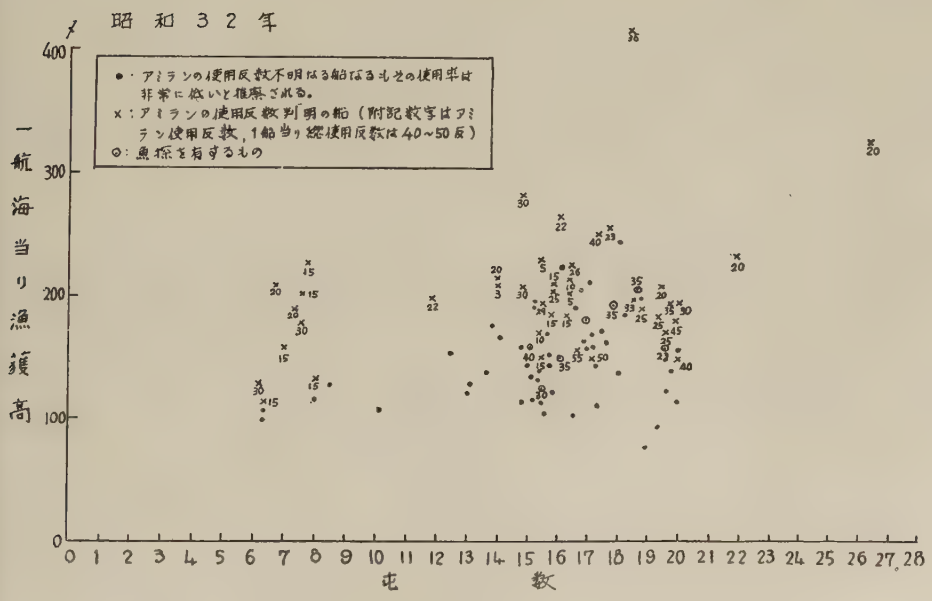
III. サバ刺網漁業での漁獲性能の比較

前章においてイワシ流網の漁獲性能を取扱つた際，性能指数と1航海当り漁獲量とはかなり高い相関を有することが明らかにされたので，サバ刺網漁業の漁獲性能の比較を行なうに当つて便宜上1航海当り漁獲高を以てする。

岩手県八戸沖を漁場として 6～8 月操業されるサバ流網漁業の昭和 31 年から 34 年に至る4ケ年の漁船別，日別漁獲高から漁船別に1航海当り漁獲高及び航海数を計算し，各漁船について調査した船の屯数，馬力数及び使用漁具の資料を原にして年度別にトン数と1航海当り漁獲高との関係を求め第5図を得た。昭和 31 年では各船とも合繊および魚探をほとんど使用していない。トン数と 1 航海当り漁獲量はほぼ正相関を示している。念のため両者の相関係数を求めその検定を行なつてみると，相関係数は危険率5％で有意であることが判つた。なお魚探の効果はみられない。合繊の使用反数の判明しているものはこれを附記してトン数と1航海当り漁獲量との関係を示した昭和 32 年の結果を見ると，合繊使用反数の多いものほど1航海当り漁獲量の増える傾向が窺える（図中で合繊使用反数不明の船は合繊使用率の小さいものが多い）。しかし 14～20 トン船では漁獲量に目立つた違いは見られない。また魚探使用による効果もほとんど見られない。昭和 33 年は各船ともほとんど合成繊維に切り変つたが，31, 32 年に比し漁期が短く漁況は極端にわるかつたので性能の比較は無理であるが，図で見るとやはり 14～20 トン船でトン数による性能の違いは窺えない。

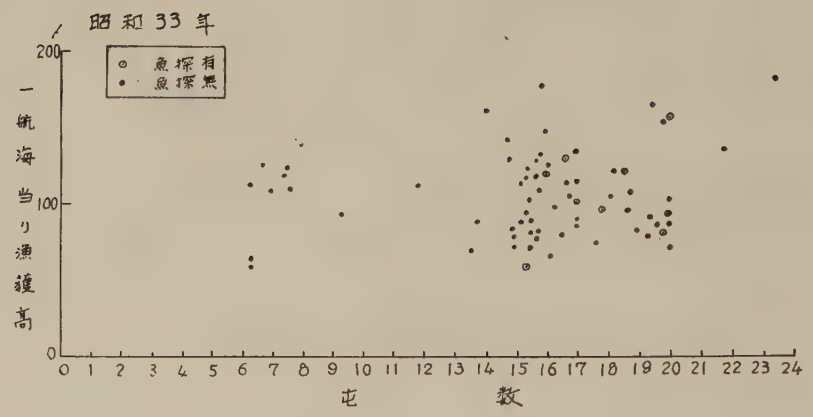
すなわち，サバ流網の始つた比較的早い年度では，漁船のトン数の小さいものの占める割合が多かつたことがトン数による漁獲性能の違いを来たしたものと考えられるが，合成繊維漁網も全般に普及し，能率のわるい小さい船が脱落し，大型船の比率がふえた近年では性能の違いも小さくなつたと考えられることができる。魚探はイワシ流網漁業におけるように魚群探査に使用するのでなくもつぱら漁場の水深と地形を見るために使用するので直接に漁獲性能とは関連はなかつたものと思われる。

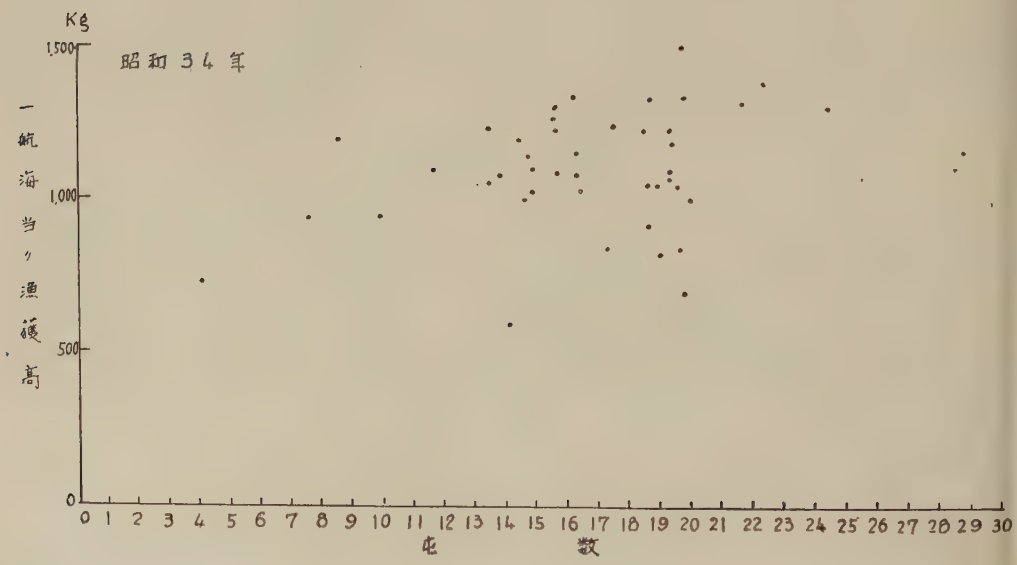




第 5 図　1航海当り漁獲高とトン数との関係

Fig. 5. The relation between the amount of catch per trip and the tonnage of boat.





第5図 (つづき)

Fig. 5. (continued)

IV. イワシ刺網漁業による資源尾数減耗率と漁場の特徴よりみた漁場形成の一考察

昭和 28～32 年にわたり，山口県下における各漁業協同組合別に 1 日についての（減耗－個体重量増加）の比率 ϕ* を田内の方法で計算し第 7 表に示す。

山口県沖合での各年のイワシ刺網漁場図第 6，7 図を参考に，その主な漁場ならびにそれに出漁する組合をつぎの 4 つに分ける。

a. 高山沖合（山口・島根県境沖合で江崎，須崎組合等が島根県漁船と合流する）

b. 見島周辺海区（大島，萩地区の組合所属船が主体）

c. 川尻岬沖合（長門中部所属船及び豊浦郡所属船一部が主体）

d. 沖の島周辺海区（小串より島戸に至る豊浦郡所属船が主体）

この分け方に従い組合をまとめ，ブロック別に年毎の ϕ の値を示すと第 8 表になる。

山口県外海水試の調査によると，海況と魚群移動の関係を明らかにするまでには至らないが，対馬海峡を北上蛇行する対島暖流と沿岸低温水の張り出しとの消長が，漁場形成に影響を及ぼすようで，とくに，暖流主流東側の屈曲の大きい水温傾度の大きい比較的低温部に好漁場が形成されるといわれる。そしてイワシ流網の主要な漁場は上記の見島周辺，川尻岬沖合及び沖の島周辺の 3 海区に形成されると云つてよい。イワシ初漁期の 12 月上旬に沖合（北方）より回遊して来たイワシは一旦見島周辺海区で停滞するようで，ここでまず漁場が形成され，概して盛漁期には川尻岬沖合で魚群の停滞をみることが多い。これよりやや遅れ南部の沖の島周辺海区で 1 月頃から漁場が形成される。魚群はあいついで補給されるもののようで，つぎつぎに漁場の形成は断続する。上記 ϕ の値を見ると，一般に魚群が停滞すると考えられるような漁場に出漁するブロックでは ϕ の値は正の値があらわれる傾向にある。

漁獲量が尾数であらわされるばあいは ϕ の示す内容は，自然死亡率（食害を含む），漁獲死亡率および魚群集団が占める空間の膨脹率の和であり，漁獲量が重量であらわされるばあいは以上の和から固体重量の増加率を差引いたものである。ϕ が漁場により漁期によつて違うのは，主として魚群集団の占める空間が膨脹するか（この場合 ϕ の値が正にずれる），収縮するか（このばあい ϕ の値が負にずれる）にある。この観点に立つて，山口，福岡，島根各水産試験場による冬期での横断海洋観測の結果を示す海況図第 8 図，海況と漁場概要第 9 表，および各主要漁場での水温分布を示す一指標として沖の島周辺海区では角島より沖の島を見通す線，川尻岬沖合漁場では川尻岬 NW の線，見島周辺漁場では見島を中心に SE より NW を連らねる線での表面水温および 50 m 層水温を数点読みとつた水温変化図第 9 図等により上記 ϕ の値を吟味する。

昭和 28 年では海況図ならびに水温変化図から考えると，見島周辺漁場とくに川尻岬沖合漁場では同水温帯が巾ひろく拡がり，これらの漁場では魚群が拡げられる環境にあつたと推定され，従つて ϕ の値は正の

---

* 田内は一つの魚群集団が一つの漁場を通過する際，単位時間ごとの魚群量の減耗率 ϕ を推定する方式を示した（田内森三郎：漁獲性能，1956）。

すなわち，$t=0$ において，x 軸に沿うての魚の密度分布を $f(x)$ で表わす。この魚群が x 軸の正の方向に v の速度で移動しているものとすると，位置 x にある観測者が時刻 t には魚群密度 $f(x-vt)$ を観測する。よつて，この時間と共に増加する率は

$$\frac{1}{f}\frac{df}{dt}=\frac{-vf'(x-vt)}{f(x-vt)}$$

移動する魚群集団の魚群量が一定の比率 ϕ で減少すると，x での観測者は増加率として

$-\dfrac{vf'(x-vt)}{f(x-vt)}-\phi$ を観測する。t_1 から t_2 までの平均増加率は $\dfrac{1}{t_2-t_1}\displaystyle\int_{t_1}^{t_2}-\left(v\frac{f'(x-vt)}{f(x-vt)}+\phi\right)dt$

$=\dfrac{1}{t_2-t_1}\,ln\dfrac{f(x-vt_2)}{f(x-vt_1)}-\phi$ で，従つて，

$$\phi=-[\text{平均増加率}]+\frac{1}{t_2-t_1}\,ln\frac{f'(x-vt_2)}{f(x-vt_1)}$$

第 7 表　1日につき（減耗－個体重量増加）の比率 ϕ の値

Table 7. The value of ϕ, decreasing ratio of population in a day, by port.

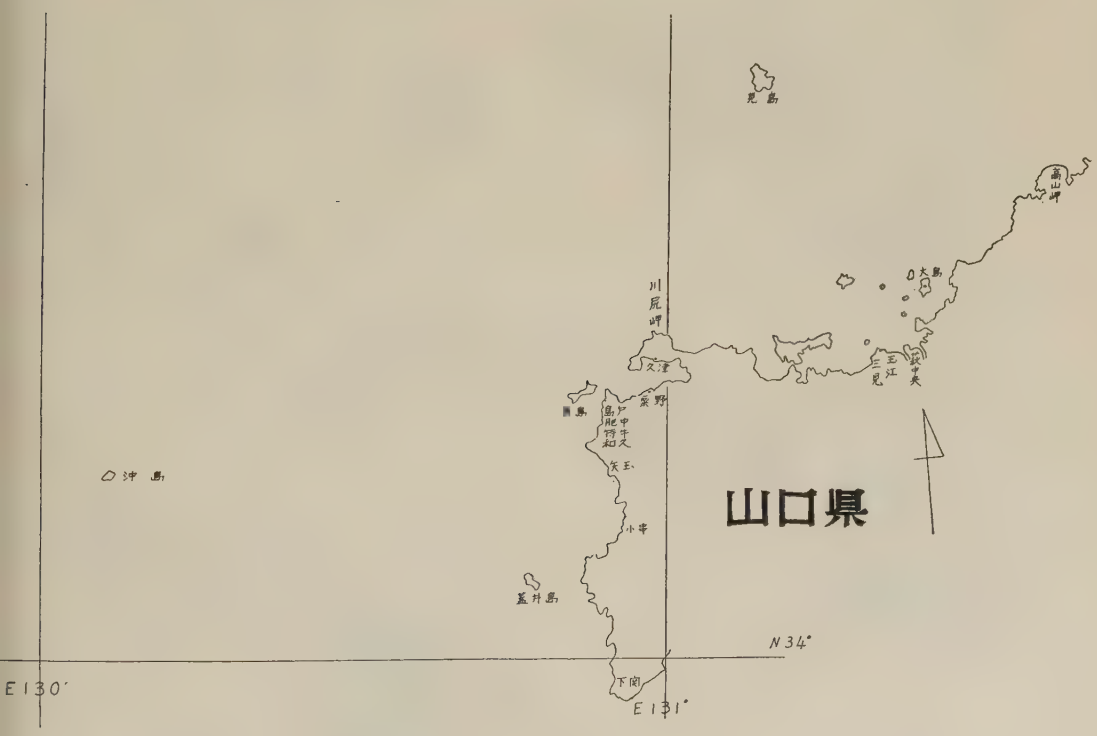
山口県	隻数	昭和28年	昭和29年	昭和30年	昭和31年	昭和32年
小串	13	———	$\frac{+.01}{15}=+.0007$	$\frac{+.73}{14}=+.0531$	$\frac{+.13}{15}=+.0087$	$\frac{-.21}{8}=-.0262$
矢玉	4	$\frac{+1.63}{23}=+.0710$	$\frac{+.53}{22}=+.0240$	$\frac{-.37}{7}=-.0529$	———	———
和久	10	$\frac{-3.32}{68}=-.0488$	$\frac{-.25}{63}=-.0040$	$\frac{+1.48}{66}=+.0244$	$\frac{-.52}{54}=-.0096$	$\frac{-.50}{75}=-.0067$
特牛	40	$\frac{+1.06}{136}=+.0078$	$\frac{-.34}{129}=-.0026$	$\frac{-.57}{148}=-.0039$	$\frac{-1.62}{189}=-.0086$	$\frac{-4.12}{188}=-.0224$
肥中	25	$\frac{-1.05}{101}=-.0104$	———	$\frac{-5.05}{146}=-.0346$	$\frac{+2.30}{42}=+.0547$	$\frac{-1.40}{89}=-.0157$
島戸	15	$\frac{+.63}{33}=+.0191$	$\frac{-1.92}{32}=-.0613$	$\frac{-.71}{78}=-.0091$	$\frac{-.91}{80}=-.0113$	$\frac{-1.15}{48}=-.0240$
小計		$\frac{-1.05}{361}=-.0029$	$\frac{-2.01}{261}=-.0077$	$\frac{-4.49}{459}=-.0098$	$\frac{-.62}{380}=-.0016$	$\frac{-7.38}{408}=-.0181$
粟野	19	———	$\frac{+.44}{31}=+.0142$	$\frac{-.79}{95}=-.0083$	$\frac{+1.27}{71}=+.0179$	$\frac{+1.09}{83}=+.0131$
久津	13	$\frac{+.98}{30}=+0.327$	$\frac{+1.50}{38}=+.0385$	$\frac{+.83}{46}=+.0180$	$\frac{-.31}{56}=-.0055$	$\frac{+.67}{104}=+.0063$
小計		———	$\frac{+1.94}{69}=+.0270$	$\frac{+.04}{141}=+.0003$	$\frac{+.96}{127}=+.0076$	$\frac{+1.76}{187}=+.0095$
三見	14	———	———	$\frac{+.36}{27}=+.0133$	$\frac{+.51}{50}=+.0102$	———
玉江	11	———	$\frac{+.11}{15}=+.0007$	$\frac{-.74}{20}=-.0370$	$\frac{+.26}{31}=+.0084$	———
萩中央	22	———	$\frac{-1.63}{65}=-.0251$	$\frac{-.37}{73}=-.0051$	$\frac{-.46}{56}=-.0082$	$\frac{-.11}{32}=-.0034$
大島	25	$\frac{+.18}{128}=+.0014$	$\frac{+6.02}{128}=+.0191$	$\frac{-7.56}{273}=-.0277$	$\frac{+3.25}{110}=+.0295$	$\frac{+.87}{177}=+.0043$
小計		———	$\frac{+4.50}{395}=+.0114$	$\frac{-8.31}{393}=-.0211$	$\frac{+3.56}{247}=+.0144$	$\frac{+.76}{209}=+0.036$
総計		$\frac{+.11}{519}=+.0002$	$\frac{+4.43}{725}=+.0061$	$\frac{-12.76}{993}=-.0128$	$\frac{+3.90}{754}=+.0052$	$\frac{-4.76}{804}=-.0059$

値を示すが，沖の島東部海域では対馬暖流の流路になり水温の変化が他漁場に比し大きく，同水温帯の巾狭く，この漁場での魚道は狭ばめられる環境にあつたと推定され，従つて ϕ の値は負の値を示している。同様にして ϕ の値が負で水温変化が大きく，同水温帯が狭く魚道が狭ばめられるような顕著な環境にあるものは沖の島周辺漁場で昭和 29, 30, 32 年，ϕ の値が正で，水温変化が小さく同水温帯の巾がひろく魚道が拡げられるような顕著な環境にあるものは見島周辺漁場で昭和 29, 31, 32 年及び川尻岬沖合漁場で昭和 29, 30, 32 年に見られる。また昭和 30 年の見島周辺漁場では海況図を見ると，4 月で同水温帯は巾せまく流入し，魚道は狭ばめられた環境にあることが推定され ϕ は負の値を示している。これらの傾向とは逆な例外は川尻岬沖合漁場の昭和 31 年だけであり，これらの検討を通じると ϕ の値の正負と漁場形成時の環境との関連は上述の考え方でほぼ説明されるものとみてよかろう。

第 8 表　漁 場 別 ϕ の 値

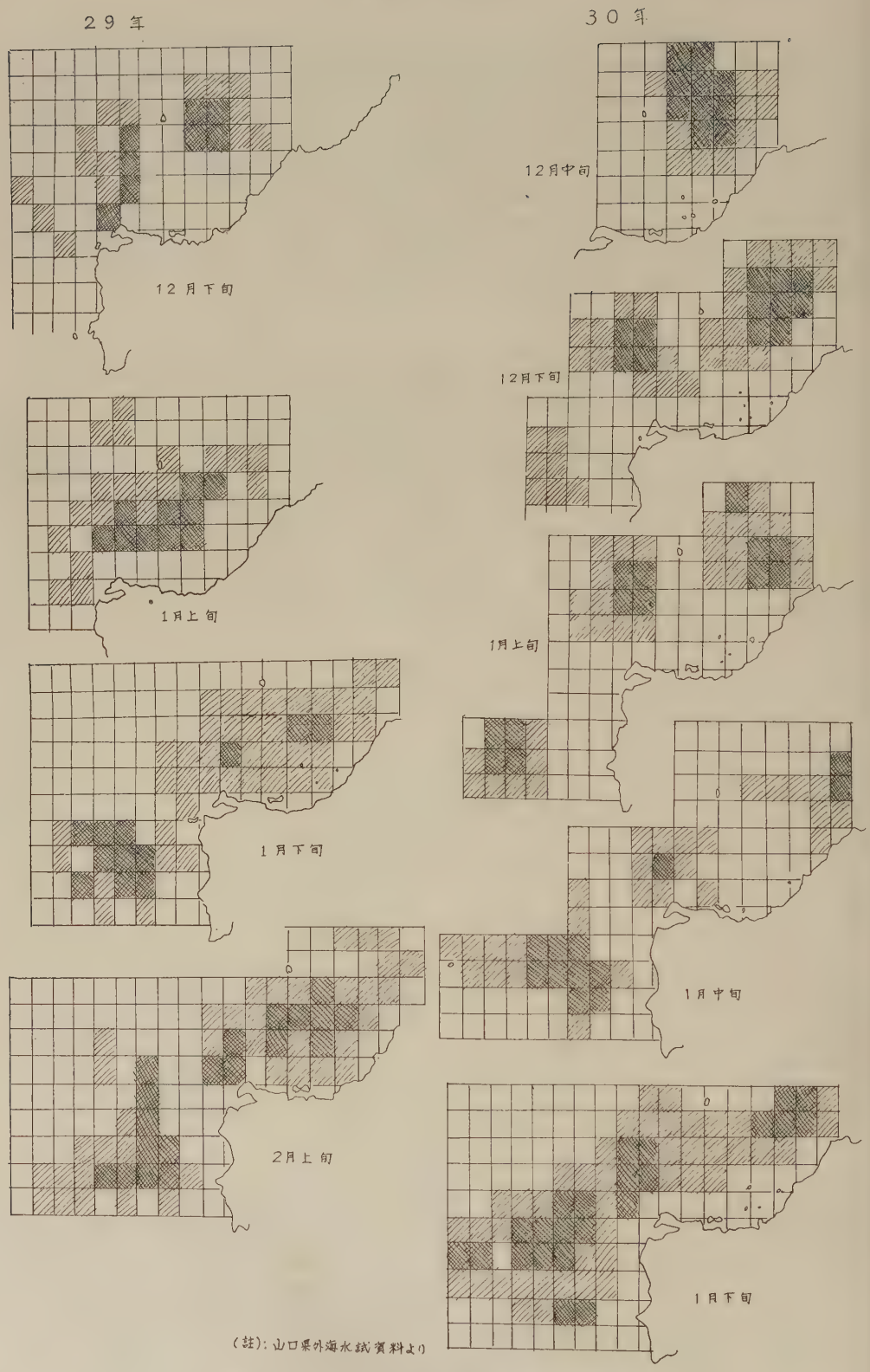
Table 8. The value of ϕ by fishing ground, 1953—57

	昭和 28 年	昭和 29 年	昭和 30 年	昭和 31 年	昭和 32 年
小串～島戸	−.0029	−.0077	−.0098	−.0016	−.0181
粟野～久津	+.0327	+.0270	+.0003	+.0076	+.0095
三見～大島	+.0014	+.0114	−.0211	+.0144	+.0036



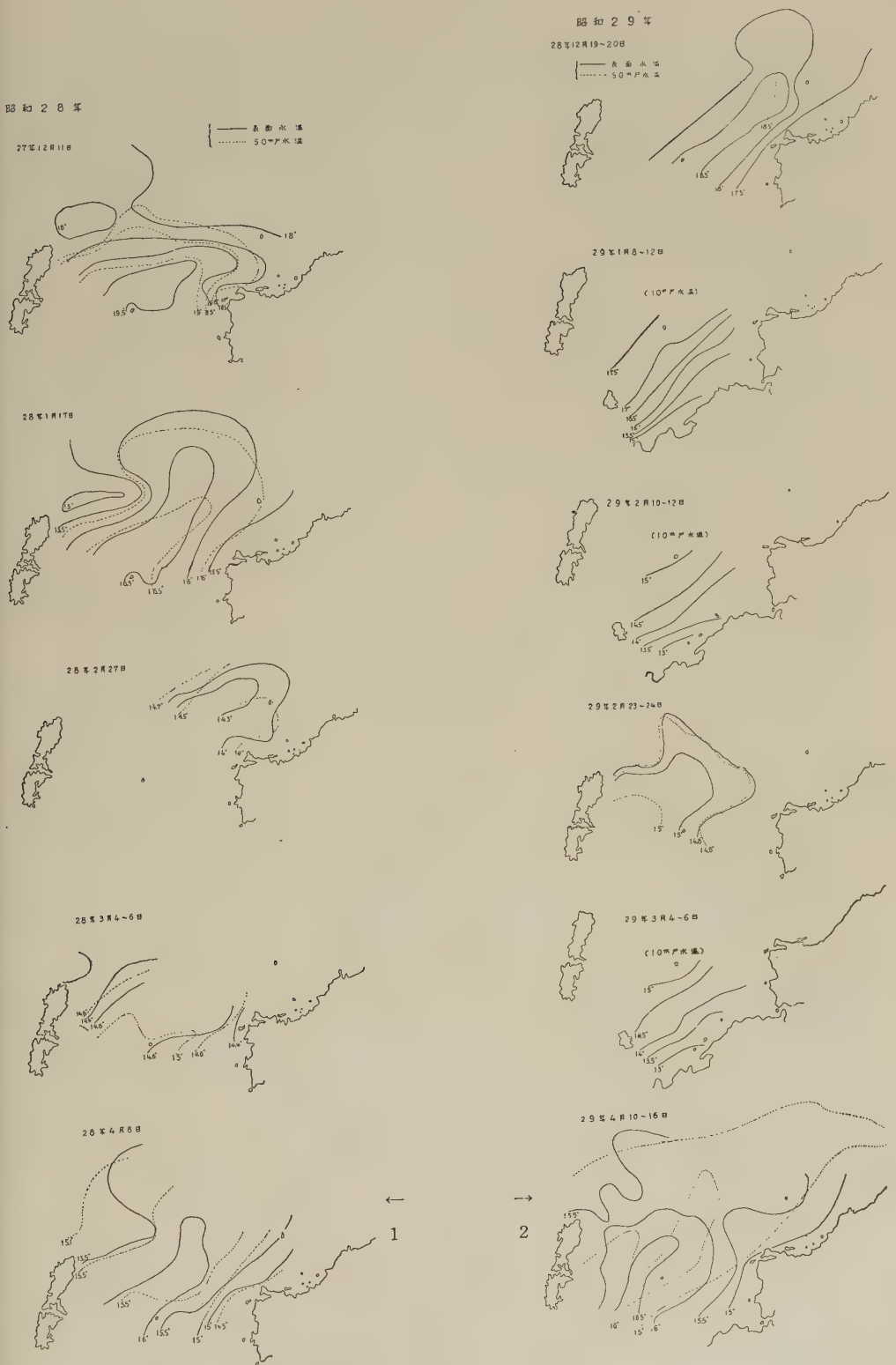
第 6 図　イワシ刺網の漁場

Fig. 6. The fishing ground of sardine drift netters off Yamaguchi Prefecture.



第7図　月別漁場図 (▨: 多獲漁場)

Fig. 7. The active fishing gronnd in winter months, 1954—55.



第8図1～5 海 況 図

Fig. 8. (1~5) Isothermal lines in the fishing ground, winter and spring months, 1953—57.

昭和30年

29年12月

表面水温
50m水温

30年1月

30年2月

30年3月17日

30年4月5~7日

昭和31年

30年11月11~13日

表面水温
50m水温

30年12月3~7日

31年1月

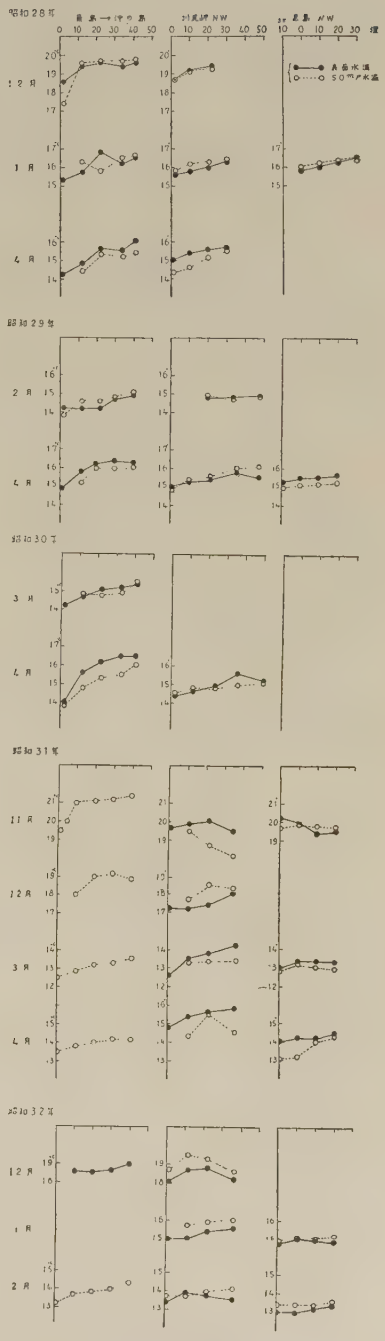
31年2月

31年3月14~24日

31年4月14~18日

← 3

→ 4



第 9 図　水温変化曲線

Fig. 9. The water temperature variations at different distances from the coast in winter and spring months, 1953—57.

5 →

第9表 海況及び漁場概要（山口県）

Table 9. The oceanic and fishing conditions, in winter and spring months, 1953—57.

昭和 28 年：12 月では本県沖合及び対馬海峡に亘り 17～19°C を示し，18°C 線は対馬海峡を横断して見島から島根県高島に連る。18.5°C 線は巾ひろく川尻岬沖まで舌状に及ぶ。即ち表面の等水温は川尻岬沖で広い。水温の上下差は殆んど見られない。初漁は昨年より1週間おくれ江崎沖から始つたが，北部漁場が主体で，一部川尻岬沖漁場で操業された。1月に入り対馬北端部に現われている低温部の入りこみの為，暖流主流と思われる対馬と本県南部海区の高温帯が沖の島付近から本県側に近寄つている。川尻岬沖の水温帯はあいかわらず巾がひろい。水温値は一般に高く，各層で水温差小さい。本月の漁場は漸く川尻岬沖まで拡がつた。2月は水温の最低期であるが，14°C の水帯は川尻岬沖を巾ひろく分布した。3月豊浦郡沿岸は水温低く，沖の島を通る 14.5°C の線は角島沖をへて川尻岬沖合漁場を覆つている。中層は表面より暖く，15°C 線は沖の島に至る。4月多少昇温し，15.5°C の水温帯は同じく川尻岬沖合を広く覆つている。

昭和 29 年：対馬暖流の勢力は例年よりかなりつよく漁期を通じてつねに 1～1.5°C の高目を示した。暖流の流入は壱岐～沖の島の線を東北に北上してなされた。本年度初漁は 12 月 13 日で例年より1週間おくれてはじまり，見島東部が主であつたが，1月上旬には川尻岬にまで漁場が広がり，下旬になり川尻岬以西，蓋井島付近で漁況が活発であつた。2月に入り沖の島東側の漁場は活発であつたが，川尻岬沖は振わず，一般に漁期を通じ見島東側漁場での魚群の停滞が例年より永かつた。

昭和 30 年：川尻岬沖合漁場は例年より水温帯せまく，漁場形成も思わしくなく漁獲変動大きく不漁を示したが，沖の島東側漁場は例年にない活況を呈した。初漁は 12 月6日で昨年より1週間早く好況であつた。漁場は昨年と同じく見島の東側で 12 月下旬に西側にも拡がり，又川尻岬から角島にかけての沖合も活況であつた。1月上旬角島西沖，蓋井島沖に漁場が移つた。2月上旬あいかわらず沖の島付近漁場は活況であり，中旬でも沖の島週辺及び見島東側が好況，下旬見島東側漁場のみ活況であつた。1月上旬角島西沖，蓋井島沖に漁場が移つた。

昭和 31 年：対馬海峡，玄界灘を通る対馬暖流は漁期を通じ強かつたが，強勢であつた昨年にくらべると稍々よわく，水温帯は全般に北部南部とも巾ひろく分布した。とくに見島東側漁場で等水温帯は広大に拡がつている。初漁は 12 月3日で中旬頃より活況を呈す。漁場は見島周辺で 12 月下旬に見島の東側より漸次川尻岬沖合に拡がつた。1月上旬も同じ漁場であり，中旬川尻岬沖合漁場は角島 NW 方面に拡がり，例年にない活況を呈した。2月に入り漁場は県下一円に拡がつて好漁を呈したが，中旬頃より魚群の分散が見られた。

昭和 32 年：本年は対馬暖流の主流部は沖合を流れ，沿岸水と主流部との潮境および付随した低温部に漁場が形成された為，漁場は例年になく沖合であつた。漁場は見島周辺がよく，川尻岬沖と沖の島周辺漁場は同時に成立した。水温は 11 月では沖合底層水（冷水）が川尻岬沖合に押寄せていたが 12 月にはなくなり 18.5～19°C を示して昨年より稍々高い。1月に入り顕著な沿岸冷水が福岡県筑前沿岸及び北部の須佐高山沖に張り出した為か暖流は沖合に押され，沖の島北方より川尻岬 20 浬をへて見島北方 20 浬付近より須佐高山沖 10 浬付近に蛇行，その入りこみの縁辺部で好漁場が形成された。漁場は 12 月，見島北東，1月上・中旬で沖の島付近，見島北東及び川尻岬北東の3漁場でいずれも沖合で漁獲のむらが大きい。2月上旬で見島東側の漁場は一部見島より本土側に入り接岸し，中旬で見島の西漁場で一時濃密な魚群があり，かなり活況を呈したが，その後拡散，中旬でも暖流主流部は沖合にあり魚群は拡散し探査は困難であつた。3月上旬で漁場は依然沖の島から見島を見通した線上より沖合にある。3月下旬に至り暖流主流の接岸があり周防の沖の島周辺漁場は接岸し，又川尻岬沖合漁場も比較的接岸し活況を呈した。

V. サバ刺網漁業とその漁場成因に関する考察

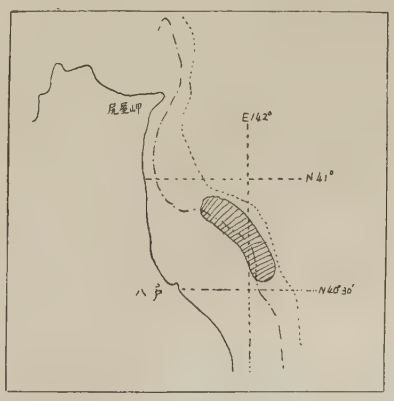
1. 八戸漁場のサバ漁業の発達と現状

岩手県八戸沖を漁場とするサバ流網は戦後出現し，その発達は急速で，サバ流網として出漁規模は全国を通じて最大，唯一のものである。これは第 10 表にも示すようにサバはね釣り漁業と共に急速に発展したもので，サバ流網は昭和 25 年から 6～8 月を漁期として，はね釣りは 28 年から 8～12 月を漁期として行われはじめ，現在では青森県全体のサバの 80% をはね釣りで 15% を流網で漁獲する。青森県および北海道にかけてのサバ漁場は第 10 図に示すようで[14]，このうち八戸沖漁場だけが刺網とはね釣りの二漁法が行なわれるのが特異である。

第 10 表　八 戸 市 魚 市 場 サ バ 水 揚 高

Table 10. The amount of mackerel landings at Hachinoe Fish Market, 1949—59.

年度＼項目	流網 イワシ流網	流網 サバ流網		サバはね釣り		備考
	貫	貫	隻	貫	隻	
24 年	4,982	—		—		
25 〃		7,456		—		はじめてサバ刺網出現
26 〃		38,221	45	—		旋網は (16 統) イワシとサバを混獲する
27 〃		177,570	80	—		旋網 (6 統) 〃
28 〃		438,817	87	165,483	173	はね釣りはじめて出現，旋網 (39 統) は専らイワシのみを獲るようになる。
29 〃		880,442	216	2,164,645	275	旋網 (61 統) 〃
30 〃		508,889	173	2,156,399	252	旋網 (43 統) まぐろ旋網はじめて出現
31 〃		1,047,814	126	3,289,180	160	いわし旋網 (28 統)
32 〃		876,292	167	1,760,180	152	いわし旋網 (30 統)
33 〃		309,773	149	4,530,000	184	いわし旋網 (29 統) まぐろ旋網 (28 統)
34 〃		1,250,000	128	3,608,000 (ただし10月末まで)	201	いわし旋網 (10 統) まぐろ旋網 (20 統)



第 10 図　サ バ は ね 釣 の 漁 場 図

Fig. 10. The fishing ground for mackerel angling off Aomori Prefecture.

八戸沖漁場の流網は昭和 24 年に 1 隻の当業船が試験漁業を行ない好成績を収めたので，翌年からこの漁業に従業するものが増えた。当時は綿糸 2.35～2.40 寸，掛目 300，20～30 反程度を使用した。26 年頃からこの流網に従漁するものがさらに増えだし 29 年頃には出漁船 200 隻前後を数え，これに入漁船を加えて活況を呈し，全国にも珍らしい規模の大きいものとなつた。とくに昭 31 年は最も漁況がよかつた。掛目は当初の 300 から 3 年目には増目して 400～500 となり，32 年には合成繊維漁網（ポリアミド系）が数多くとり入れられ性能向上への努力がなされた。33 年には漁況が不振で漁業者に不安を与えたが，34 年には一挙に回復した。

一方はね釣り漁業は昭和 26 年に千葉県水試々験船によりこの漁場で漁業試験が行なわれ[15]，この漁法はこの海区に 28 年から導入された。しかし漁船のことごとくは千葉・神奈川・静岡の 3 県からのものを主体とし典型的な出稼船型式で漁業が行なわれ，急速に発達し，29 年以降ではこの海区のみならず，日本海の津軽海峡入口の福島沖，北海道小島周辺も漁場とするようになつた。過去 7 カ年のうちでは流網と同様 34 年が最も活況を呈している。

同じサバを目的とするのでこれら流網とはね釣りは混乱を避けるため，流網は 6 月中旬より 8 月まで，8 月中旬より 11 月までははね釣り漁期となすべく県の規制が行なわれている。

2. サバ漁場成立の要因並びに流網とはね釣りの漁獲機構に関する考察

流網漁業の成立する漁場要因とはね釣り漁業の成立する漁場要因とは異るものがあるかも知れない。またサバの流網漁業がこのような大規模で行なわれる漁場が日本では他に見られないことを考えるとき流網の漁場として成立する何らかの特異な要因がありそうにも察せられる。そこでまずサバ漁場成立の要因となるものを他のサバ漁場の調査資料を参考にして推察し，刺網およびはね釣りの漁獲の機構を考察してみる。

1) 全国主要サバ漁業

太平洋側ではサバは冬は主として千葉から静岡にかけて分布し，春から夏に北上し東北方面に回遊する。漁法ははね釣，棒受網，一本釣，定置網，刺網等で主要漁場は東北海区，房総，大島周辺，静岡県，和歌山県，鹿児島県等である。他方日本海では旋網，敷網，定置網，一本釣，延縄，刺網および地曳網等で漁獲され，対島暖流調査[16]により漁業の様子がかなり明かにされて来た。ここでは能登半島を境にして南北海域で漁期の推移傾向はかなり相異しており，また漁業の内容も近年かなり変化したことが注目される。従来，山形県から山口県までの沿岸で延縄，一本釣りが行なわれていたが，他方サバ漁業として重要であつた山陰地方での巾着網は，昭和 29 年に大豊漁のものが昭和 32 年には大不漁でその盛衰が非常に大きかつた。昭和 31，32 年には巾着網，敷網が北部の新潟，秋田，青森県まで導入されて漁獲が急速に増大した。刺網はわりあいに漁場が限定されある条件が伴なわなければ漁獲は思わしくない。刺網漁業として規模は小さいが新潟，富山附近で春季より夏季にかけてこの漁業が行なわれ，また能登半島，若狭湾，鳥取，島根の各地でも 4～6 月にかけてこの漁業が行なわれる。北海道では昭和 10 年から 18 年までは噴火湾の定置網により 1,000 万貫以上の漁獲をあげ，すこぶる活況を呈していたが，戦後は日本海側の後志方面で旋網漁業がとつて代り，これは 26 年まで好成績を持続した。その後はね釣漁法に代り，昭和 29 年から[17] 津軽海域入口の小島附近，津軽海峡白神岬から矢越岬沖，八戸沖漁場及び千葉外房漁場等が主要漁場となり，活況を呈している。このほか東支那海漁場も有名である。これは昭和 28 年李ライン* 問題のため五島列島，済州島間の重要なはね釣り漁場を放棄して以来とくに強調された漁場で 26 年以来 5 カ年間に凡そ 2,000 万貫が漁獲された。薩南諸島および対馬近海漁場を含めてこれらの漁場は大陸棚にきりこんだ海谷周辺の湧昇潮流域である。

2) 漁場が成立するための海洋要因

日本海側でサバ流網に適する漁場は 100 尋線が陸岸近く迫り，且つ海底が急傾斜を示す地形である。大陸棚の巾がひろく遠浅な海区は好ましくない。潮流は可成り速い方がよく，透明度は高く，水色 3 内外が適当

---

* 1952 年 1 月 18 日，韓国の李承晩大統領は「海洋主権宣言」を発し，同時にこの宣言に基づいて一方的に公海に区域線を設定した。これが李ラインと呼ばれるもので，爾来韓国海軍は同水域に入漁する日本漁船を多数拿捕して問題となり，このため日韓両国政府の間に再三にわたる交渉が行なわれてきた。

である[18]。すなわち新潟県西部沿岸沖合 5～10 浬，能登半島緑剛崎沖合 10 浬，鳥取沖合 10～20 浬等が好漁場となる。サバ底刺網漁場は水深 50～100 尋，海底の平坦な所より瀬のある附近で魚道に当るところがよく，底潮の早いところは操業上不利である。またサバが越冬するような所では水深 70～80 尋，底質砂泥で広い面積の瀬を有するような場所が良好である。サバ流網として規模の大きい太平洋側の八戸沖漁場では津軽暖流の弱い差しこみが寒流におされ，尻矢崎から南転しこれと三陸沿岸を北上する黒潮支流とが衝突して距岸 4～20 浬に亘つて環流状態を形成しこれが漁場となる。

つぎにはね釣り漁業の主要漁場形成の特徴を見る。水産庁による対馬暖流調査により明らかにされたことは，支那東海のサバ（主にゴマサバ）漁場は大陸棚縁に沿つて暖流系表層水縁辺部で大陸系沿岸水乃至混合水の接触する前線帯に形成されること，とくに大陸棚縁斜面に沿つて昇る湧昇性暖流系中層上限水乃至中層水の左旋渦動域を伴なつた鉛直的にも水平的にも不連続なところがサバ群の滞留条件を満足するとしている[19,20,21]。そこで豊漁の期待されるのは水深 10 m 層以深の層の鉛直安定度がほとんど中立状態になつたばあいあるいは幾分負の状態となり多少湧昇，混合等の現象が生じつつあるようなばあいであるとされている[22]。すなわち豊漁時の中層水はかなり限られた水塊となつていることが推定される。津軽海域のはね釣り漁業は小島周辺で水深 100～200 m の瀬を中心とした漁場で，とくに 120～130 m 線には全漁期を通じて濃群が分布する。この漁場の魚群は水面下 20 m 以深に約 30 m の巾をもち等深線にそつて相当広範囲に分布している。津軽海峡の漁場は初漁期は魚群の足が速く滞留性が乏しく 9 月以降に福島沖に安定した漁場が形成される[19]。サバ巾着網漁場として有名な山陰漁場でも隠岐島北東方，網代沖には 25 m 層においてさえ常に優勢な冷水の南方への張り出しがみられ，これと沿岸水との間にはさまれた暖流域が漁場となつている。この漁場での海底地形は地蔵岬に沖合から南西にのびる海谷，日御崎附近に接近して深海部が存在しており，沖合冷水の湧昇はこれら大陸棚に沿つて生じているようである[23]。また北海道後志の巾着網漁場も一般に陸棚崖海区より陸側に形成され暖流系水，沖合冷水の境界および不連続部に形成され，一般に渦動域，潮目，水温の水平傾度の大きいところに魚群は滞留するようである[24]。一方新潟南部の漁場でも能登半島を越えてから暖流の弱い分派が直江津附近に接近し，大陸棚縁で沿岸水との間に形成される前線が好漁場となつていることが云える[23]。京都府経ヶ岬沖の漁場でも 200 m 等深線の陸棚縁附近で水温の水平傾度が大なるときすなわち収斂線域附近に好漁場が形成される傾向がある[25]。

以上によつてサバ漁場が成立する海洋的要因が推察される。すなわちサバ魚群は大陸棚周辺の場所で暖流系外洋水あるいは沖合冷水が沿岸水と接触する潮境にあつて，海底地形等の影響で生ずる渦流域や湧昇流域に濃密に集群するもので，これら沖合水と沿岸水との消長がその漁況を左右する。

3) 漁獲に関係する習性

上でのべた漁場形成要因の諸考察を参考にして刺網およびはね釣りの漁獲の機構を把握する手がかりとして魚群の生態との関連について考察を進める。八戸沖漁場のサバ流網はタル網が 5 尋であるので 5～10 尋層の表層に近い魚を対象とするのに反し，はね釣りはこれより多少深い比較的中層の魚群を上層に浮かせて獲ることが多い。従つて漁期が遅れるとサバの遊泳層は深くなる傾向にあるので流網漁業は成立し難くなると思われる。これはこの海区で流網の終漁期は漁獲が低下するが 8 月中・下旬に漁法がはね釣りにきり換えられると漁獲が増大することから想像される。夏期は成層が発達し水温が高くて棲みにくい南部海区から魚群が北上してこの時期に漁場が形成されるので春サバでは遊泳層の浅いサバが自然多くなり流網の行なわれる海洋条件となるのであろう。一方秋期には対流混合が行なわれるので上下層の水温差が小さく水温帯が巾ひろくなり魚群の遊泳層も巾広くなるので魚群ははね釣りの対象として好条件を備えるようになるものと思われる。かくして魚群が北上および南下行動を行なう際の滞留場としてこの漁場が漁期も長く異種の漁具が使用される特質を持つことになつたのであろう。流網漁況の悪かつた昭和 33 年では水温が例年より高く[26]，サバの遊泳層が広がつた為か漁況は非常に不振で網を早くきりあげたがその後はね釣りに代つて漁獲はむしろ前年よりまさる好漁を示した。これは漁況が海況条件とくに水温の垂直分布と密接に関連し，これに合つた漁法が好成績をもたらしたと考えられてよい。

サバ群の生態であるが，東支那海での調査によると[27]，サバ魚群の行動には日周期性が認められ日没前に一時水面に浮上し日没と同時に再び沈下し，22～23 時，3～5 時にとくに魚群が濃密となり薄明と共に全く分散するという。北海道水研・同水試の調査[28] によると魚探を通じて観察した結果ではサバ群棲の模様は 200 m 等深線に沿う陸棚崖および水深 100～150 m の岩礁周辺に分布し，映像は錘状または帯状の群集独立群または散群であることが観察された。また魚群行動の時刻的経過では撒餌および電灯により魚群の浮上に要する時間にかなりの差があること，サメ付サバには特徴のある映像を見ることが出来るし，また全く浮上しない魚群も観察される等その行動は変化が多い。

サバ流網の漁獲機構に関係する他の項目として八戸市の当業者の意見を綜合すると，流網に羅るサバは下方に羅ることが多いといわれ，これは日本海でのイワシ流網と同様魚群は網の前面で下方にもぐる傾向のあることを推察させる。また表面に浮いたサバは刺りにくいことは東支那海での長崎水試の試験[27] と符節を合わせるし，イワシ流網と違つて反境での羅りも網の中程とあまり違わないことおよび網地の色はナイロン系漁網ではカツチ色，薄墨色，青色があり，前二者が主に使用されるが網地の色で漁獲にとくに目立つた違いは窺われないこと等が注目される。

VI. 要　　約

イワシおよびサバ刺網漁業の漁獲性能について考察した。

1. イワシ流網については，船のトン数による性能の比較を行なつた結果，山口県では標準船とみなせる 15～20 トン船は 10～15 トン船に対して 1.2 倍，5～10 トン船に対して 1.5 倍の性能指数を示し，20～25 トン船に対しては .85 倍の性能指数を示すことがわかつた。魚探装備の有無によつて 14 トン船以下では性能に違いがあるようには見られないが，性能指数の非常に大きい 20 トン前後の大型船ではいずれも魚探を装備していることが見られた。また合成繊維漁網の使用によつて性能が多少高まる結果を得た。

2. サバ流網については，船のトン数の増大に伴う性能の向上は，この漁業の初期においては認められたが，その後能率の悪いトン数の小さい船が整理されてからは，14 トン船から 20 トン船の間では性能の差があまり認められないこと，イワシ流網と同じく合成繊維の使用によつて性能が高まるように認められることなどの結果を得た。

つぎに流網の漁場形成要因について考察を行なつた。

1. イワシ流網漁業にあつて，調査した山口県下各漁業組合を主要 3 漁場別に区分し，それらについて魚群量の 1 日につき（減耗一個体重量増加）の比率 ϕ を計算すると，これら魚群量の見掛けの減耗率の値は魚群集団が占める空間が膨脹するか収縮するかで＋にずれたり－にずれたりするらしいこと，すなわち海洋観測などの資料から主要 3 漁場の形成状況を判断すると，同水温帯が巾ひろく拡がつている漁場では魚群が拡げられる環境にあつたと推定され ϕ の値が正の値を示し，反対に水温変化が大きく同水温帯が狭く魚道が狭められるような環境にあつたと推定される漁場では負の値を示した。すなわちイワシ魚群量の日々の見掛けの減耗率は漁場形成の特性に関連することが見られた。

2. サバ流網漁場についてみると，サバ魚群は大陸棚周辺の場所で，暖流系外洋水あるいは沖合冷水が沿岸水と接触する潮境にあつて，海底地形等の影響で生ずる渦流域や湧昇流域に濃密に集群すること，さらにこれら魚群を獲り得るに必要な海洋条件は流網とはね釣りでは異なることが推察された。

本文を終るに当り，御指導を賜つた東京水産大学名誉教授田内森三郎博士，種々御教示を賜つた高山重嶺漁具漁法部長，東京工業大学教授草間秀俊博士に対し衷心より深謝する。また漁獲資料蒐集に当つて御協力を戴いた山口県水産試験場原健一技師，漁獲資料の閲覧を許された山口県各漁業協同組合，青森県八戸市魚市場調査課の各位に深く感謝する。なお東海区水研石田昌夫氏には英文作製についての御助力を深謝する。

最後に印刷に先立つて原稿を校閲し懇篤なる御指導を賜つた京都大学農学部教授川上太左英博士に衷心より深謝の意を表わす。

文　　献

1) 京都府水産講習所：京都府漁業誌，1905.
2) 山口和雄：日本漁業経済史研究，1949.
3) 深見　隆：山形県西田川郡水産誌，1916.
4) 新潟県水産組合連合会：新潟県水産誌，1920.
5) 新潟県水試：イワシ流網漁業試験，新潟県水試報告，1912.
6) ————：新潟県における漁村の実態，1958.
7) 楠美一陽：豊浦郡水産史料，1915.
8) 熊田頭四郎：山口県における大羽イワシ流網漁業，大日本水産会報，393，1915.
9) 農商務省農務局：水産調査予察報告，4巻，1893.
10) 鳥取県水試：イワシ流刺網漁業実態調査，1953.
11) 常民文化研究所：日本漁民事績略，1915.
12) 福岡県水試：イワシ流網漁業試験，福岡県水試業務報告，1903～1904.
13) 梶原　武：沿岸漁業の沿革，長崎大学水産学部研究報告，**3**，1955.
14) 大川　浩・町田　弘・佐々木文雄・大島　浩：道南および青森県北部海域におけるサバはね釣り漁業について，北水試月報 **14** (1)，1957.
15) 千葉県水試：さば一本釣漁業調査報告（III），千葉水試月報 **2** (6)，1951
16) 水産庁：対馬暖流開発調査報告，第1輯，1958.
17) 大川　浩・町田　弘・佐々木文雄：サバ漁場開発調査，対馬暖流開発調査報告，第3輯，1958.
18) 鶴田三郎：サバ漁業，水産講座，1948.
19) 宇田道隆・大坪久泰：対馬暖流調査，第4回論文，1956.
20) 辻田時美：西日本近海及東支那海暖流域の海況と漁況，対馬暖流開発調査報告，第1輯，1958
21) 盛田友弌：薩南の海況と漁況，同上
22) 西川　博・森　　勇：長崎県の海況と漁況との関係，同上
23) 石野　誠：日本海対馬暖流域のアジ・サバ漁況と海況，同上
24) 飯塚　篤，外：北海道対馬暖流海域の近年の海況と漁況，同上
25) 栗田正人・加藤義雄：浦島礁周辺の海況とサバ・アジの漁況，京都府水試プリント，1956.
26) 静岡県水試：東北海区サバ調査報告，1958.
27) 浜島謙太郎：アジ・サバ漁場開発調査，対馬暖流開発調査報告，第1輯，1958.
28) 大川　浩・町田　弘・佐々木文雄：北海道南部および青森県北部海域における魚探反応によるサバ魚群の分布並びに魚群行動変化の観察資料，北水研，北水試，1958.

Studies on Gill Nets—II.

Efficiency of Gill Nets and Factors for Forming Fishing Grounds

Masatsune NOMURA

Synopsis

Fishing Efficiency of Gill Net: During recent decades changes in fishing techniques of sardine gill nets off the Japan Sea coast have been as remarkable as fluctuations in the amount of catch per boat-day (Tables 1 and 2). However, a question whether an improvement on one type of gear over the other really made a contribution to increasing the catch has to be solved by evaluating the relative fishing efficiency between two or more types of gear under consideration. Adopting Tauti's formula the author has computed the relative efficiency of

gill net fishing for sardine and mackerel under various conditions (see foot-note).

Based on data of catch per boat-day Table 3 indicates the relative efficiency of sardine gill netters which operated from ports in Yamaguchi Prefecture on the Japan Sea during the years 1953 to 1955. As Fig. 1 shows, the relative efficiency is found markedly correlated with the catch amount per trip of boats of various sizes throughout a fishing season. In regard to boats having neither fish finders nor synthetic fiber nets, coefficient of correlation between the relative efficiency and tonnage of boat has been calculated. The results of the calculation and test of significance are given by port and season in Table 5. On the basis of regression lines of the relative value (y) drawn against tonnage (x) of a boat which have been found positively correlated each other, the average of the relative efficiency per tonnage interval has been calculated as in Table 6. It is obvious from Table 6 that the relative efficiency is enhanced with the increase in tonnage possibly because a boat larger in size can carry a greater number of the crew as well as net.

Fish finders came into use for gill net fishing around 1954. In order to know whether fish finders contributed to the fishery, relative efficiency has been compared between one group of boats having no fish finder and another group having one. When the relative efficiencies of these groups of boats are plotted against catch per trip (*kan*) in Fig. 1, and along with tonnage in Fig. 3, however, little or no difference in fishing efficiency can be seen between the two groups of boats. Nevertheless, it is certainly of much help for a boat to be provided with a fish finder, at least when she is in search of a fishing ground. A reason why boats with fish finders could not have a better efficiency may be attributed to either one or both of the following circumstances. Since fish finders have made it possible for boats to operate in the daytime, boats having fish finders are liable to attract attention of boats with no fish finders; then the former could not keep out the latter from operating in their close neighbourhood. Even boats with fish finders might have competed with one another in the same fishing ground. In consequence, they all failed to take advantage of having the instrument. In any event, it is true that a large boat with a fish finder has always a high relative fishing efficiency.

It is easible to assume that use of synthetic fiber net for sections of gill nets has increased the relative efficiency. In Fig. 4 ratio of synthetic fiber net used in a boat is plotted against tonnage of the boat with the value of relative efficiency placed under each point. Fig. 4 seems to suggest that an increase in the ratio of synthetic fiber net enhances the relative efficiency. Coefficient of multiple correlation of the relative efficiency (z) against tonnage of a boat (x) and ratio of synthetic fiber net adopted (y) may be represented by $r_{z\cdot xy}=0.62$. This

---

In Tauti's exposition, a, b, c and so forth represent the relative fishing efficiency that respective boats may have in comparison with the catch amount, x_i by a standard boat on i-day; A_i, B_i, C_i and so forth, the catch amount by these boats on i-day. Then A_i-ax_i, B_i-bx_i, C_i-cx_i and so forth may express differences in the catch amount produced by accidental factors except fishing efficiency which the boats had on i-day. It is possible to evaluate the terms x_i, a, b, c, and so forth, if the following conditions are satisfied:

$$\frac{\partial}{\partial x}\sum_i[(A_i-ax_i)^2+(B_i-bx_i)^2+\cdots\cdots]=0$$

$$\frac{\partial}{\partial a}\sum_i[(A_i-ax_i)^2+(B_i-bx_i)^2+\cdots\cdots]=0$$

$$\frac{\partial}{\partial b}\sum_i[(A_i-ax_i)^2+(B_i-bx_i)^2+\cdots\cdots]=0$$

$$\cdots\cdots\cdots$$

From the above equations, we have

$$aA_i+bB_i+\cdots\cdots=(a^2+b^2+\cdots\cdots)x_i$$

$$\sum_i A_ix_i=a\sum_i x_i^2,\qquad \sum_i B_ix_i=b\sum_i x_i^2,\ \cdots\cdots$$

Calculation of the relative values a, b, c and so forth may be simplified by using $\bar{x}_i$, the average catch on i-day, in place of x_i of the standard boat, so that the relative fishing efficiency in j-th boat may be represented by $\dfrac{\sum_i x_{ij}\bar{x}_i}{\sum_i \bar{x}_i^2}$.

coefficient has been tested as significant at one per cent level of significance, proving that the relative efficiency is correlated with tonnage of a boat and proportion of synthetic fiber net used.

Efficiency of Mackerel Drift Net: For studying the relative efficiency of drift net fishing for makerel, catch per trip has been used for an index showing the efficiency. The data have been obtained from boats which operated on the fishing ground off Iwate Prefecture in 1956 to 1959. For the early years an improvement in the efficiency is observed with the increase in tonnage of boats. However, when small boats with low efficiencies had fallen into disuse, little difference became apparent in fishing efficiencies between boats of 14 tons and 20 tons. Adoption of synthetic fiber nets has also increased the efficiency of this fishery as in case with sardine gill net fishing (Fig. 5).

Distributive Density of Sardine Schools and Factor For Forming Fishing Grounds of Drift Nets: It is conceivable that a decrease in size of a fish population by natural causes and/or fishing results in an increase in the growth of individuals of the population. Tauti proposed a formula to estimate the value of ϕ as shown in the following paragraph. Applying his formula to sardine catch by gill nets off Yamaguchi Prefecture for the years 1953 to 1957, the authors has calculated the value of ϕ of the sardine population per day by port and year (Table 7).

Tauti carried out the computation in the following procedures. When the center of a fish school moving at speed v along axis x, the density of the school on a plane perpendicular to the axis at point x at t-time is $f(x-vt)$. The ratio of an apparent increase at point x is $\frac{-vf'(x-vt)}{f(x-vt)}$. When ϕ represents the ratio of a constant decrease of the school moving at speed v, the ratio of an increase observed at the point x may be

$$\frac{-vt'(x-vt)}{f(x-vt)}-\phi.$$

Therefore, the average ratio of the increase from time t_1 to t_2 is:

$$\frac{1}{t_2-t_1}\int_{t_1}^{t_2}\left(v\frac{f'(x-vt)}{f(x-vt)}+\phi\right)dt=\frac{1}{t_2-t_1}ln\frac{f(x-vt_2)}{f(x-vt_1)}-\phi$$

Then, $\phi=-$ (average ratio of the increase) $+\frac{1}{t_2-t_1}\times ln\frac{f(x-vt_2)}{f(x-vt_1)}$.

When the amount of catch is expressed by the number of fish, ϕ may be regarded to include rates of mortality by natural causes and fishing, and rate of expansion in the space for a fish school. In the sardine drift nets, the value of ϕ calculated by the above formula is different depending on locality and season (Table 8). There are reasons to believe that the difference in ϕ is mainly attributed to the variation of the expansion rate as fish schools disperse or concentrate.

In order to elucidate factors influencing the expansion rate, drift netting grounds for sardine have been arranged into three major blocks (Fig. 7). From Table 8 and Figs. 7 and 8, the last showing temperature distributions on the surface and a 50 m-depth, it is inferrable that the fish markedly disperse in waters having a wide range of an isothermal zone, in the case of which the value of ϕ is positive. However, when fish are in the water temperature showing a large variation with a narrow range of the isothermal zone, the value of ϕ is negative. Thus, it may be concluded that the rate of apparent decrease in a sardine population is closely related with factors responsible for forming the fishing ground.

V. Factors For Forming Mackerel Fishing Grounds:

Studies of fishing grounds for mackerel have revealed that schools of mackerel occur in the vicinity of continental shelves, where the warm oceanic current and the offshore cold water join the littoral water to form a water boundary. Particularly the fish are concentrated on eddy zones or up-welling zones caused by influences of submarine topography. It is considered that favourable oceanographical conditions for mackerel drift netting are different from those for mackerel pole-and-line fishing.

サザエの肉について*

高橋豊雄・田中照子

サザエ *Turbo cornutus* の肉は，内臓に接しその一部を包んでいる肉，これと反対側に位置し歩行機関の役をする肉，および蓋についている肉の3部位に大別できそうに思われる。著者らは，これら3部位について，煮熟された際のかたさの変化，およびその他の性状を観察し，さらには，これらの性状のあらわれる原因を知るために，これら3部位の化学的組成および組織を調べた。なお，本報告にては便宜上，前記3部位の1番目の肉を内臓肉，2番目を足肉，3番目を蓋肉と仮称する。

実験方法

I 試料

用いた試料は，1954年1月から3月までの間に東京築地にて毎回4個ずつ4回にわけて購入した16個体で，これらは，外房州および三浦半島産のもので，おおむね漁獲後2,3日以内のものであつた。なお，これらの重量は，最低150g，最高330gで，16個体中12個は，212～282gであつた。これらについて各部位の重量組成を調べ，肉の上記各部位の全窒素，非蛋白態窒素，蛋白組成などの分析を行なつた。肉の水分測定は，この他3回にわけて入手した11個体（これらの試料の重量は，最低220g，最高427g，11個体中8個は，220～260g）を加えた合計27個体について行なつた。これらかく成分分析を行なう場合には毎回入手した3～4個体の肉の各部位をそれぞれ混合し，分析試料を採取した。なお，組織標本の作製は，1月下旬入手した1試料について行なつた。

II 化学的成分の分析

水分……赤外線ランプを熱源とした水分定量器を用いて定量した。

脂肪……上記の水分を定量した後の乾燥肉を粉末とし，共栓三角フラスコ中にてエーテルにて脱脂，このエーテルを沪別し，脂肪を定量した。

全窒素……微量 Kjeldahl 法を用い常法の如く行なつた。

非蛋白態窒素……試料15gを泡止板つきブレンダー中にて5.0%食塩水（pH 7.2に調整）300ccにて抽出し，冷凍遠心機（6000回転/1分間にて30分）にて不溶物を遠沈し，この上澄液について三塩化酢酸にて除蛋白後，全窒素の場合と同様に窒素を分析した。なお，内臓肉は，容易にブレンダーにて細砕されるので，ややこまかい程度の肉片としてブレンダーにかけたが，他の部位，特に足肉は，ブレンダーにて細砕され難かつたので，これらは，先ずマナ板上にて鈍刃を用いてたたき，更に庖丁にてこまかくしてブレンダーにかけた。

蛋白組成……非蛋白態窒素の分析に用いた前記5%食塩水抽出液を用いて，松本の方法**に準拠してミオシン区蛋白，非ミオシン区蛋白および基質蛋白を区分し，これら各区分の窒素量を微量 Kjeldahl 法にて定量した。

III 組織標本の作製

各部位から切り取つた小肉片を Zenker 液にて固定した後，常法によつて脱水，蠟に包埋し，これを7～10μの薄片とし，Masson の trichrome stain 法（一部省略し，xylidene ponceau (S.S)→燐モリブデ

* 1961年1月20日受理　東海区水産研究所業績　A 第143号。

** 日水会誌，**24** (2) 133 (1957)

ン酸→ライトグリーンにて処理）にて染色，検鏡した。

実 験 結 果

I サザエ各部位の重量組成

I-1 肉，内臓および貝殻の重量組成

まず，肉，内臓および貝殻の全重量に対するそれぞれの重量割合をしらべた。サザエの貝殻を金槌にて打ちやぶり，肉および内臓をとりだし，蓋を肉から切りはなし，これを打ちくだいた貝殻に加え，貝殻重量とした。一方肝臓を肉から切りはなし，さらに肉に包まれている他の臓器をとりだし，肝臓と合し，これら内臓および肉部をそれぞれ秤量した。このような方法で前記の 16 個の試料について秤量を行ない，それらの結果から肉，内臓，貝殻などの重量の全重量に対する百分率を算出し，それらの平均値（信頼限界，95%）を求めた。その結果が第 1 表である。

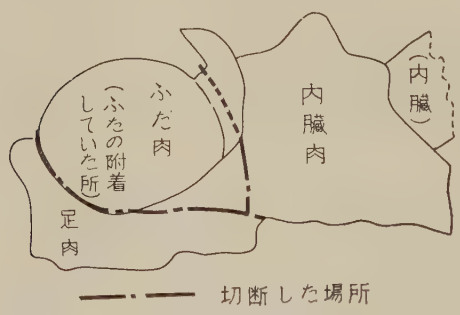
第 1 表 サザエの各部位重量の全重量に対する百分率
16 個体の平均値（信頼限界，95%）

部　　位	肉	内　　臓	貝　　殻
全重量に対する百分率	14.7±1.4	12.3±1.4	58.5±2.9

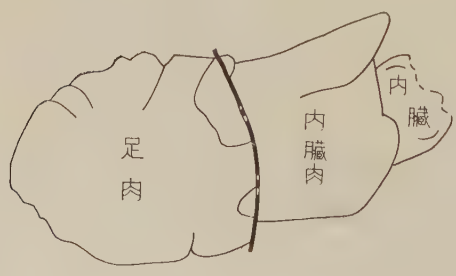
表記の如く，貝殻が全重量の過半をしめ，肉は，わずかに 15% ほどにすぎない。なお，全重量と前記三者の重量の総和との差は，貝殻内に含まれていた液汁の量である。

I-2 内臓肉，足肉および蓋肉の重量組成

サザエの肉を上記 3 部位に区分する際には，それぞれの色，かたさなどの相違を参照し，次の如く行なつた。蓋が肉に接していた部分の周辺と内臓肉とが接している所から，その反対側の内臓肉と足肉との接している所へメスを入れ，先ず内臓肉を切りはなし，次に蓋が肉に接していた部分の周辺と足肉とが接している所から，前記の足肉と内臓肉の接している所へメスを入れ，足肉と蓋肉とを切りはなした（第 1 図，参照）。



第 1 図 A サザエ肉を内臓肉，蓋肉および足肉に区分した切断方法



第 1 図 B 同上を裏側より見た場合

なお内臓肉から吻，ひもを切りとり，これら両者を合した。このような方法で前記 16 個の試料の肉質部をそれぞれ内臓肉，足肉，蓋肉および吻-ひもの 4 部位に区分し，それらを秤量した。これらの秤量結果から上記各部位重量の全肉量に対する百分率を算出し，それらの平均値を求めた。その結果が第 2 表である。

第 2 表 サザエ肉質部の各部位重量の全肉量に対する百分率
16 個体の平均値（信頼限界，95%）

部　　位	内蔵肉	足　肉	蓋　肉	吻-ひも
全肉量に対する百分率	36.8±1.8	30.2±1.7	22.2±1.5	11.0±2.0

表記の如く，内臓肉および足肉がそれぞれ全肉量の大約 1/3 ほど，蓋肉が大約 1/5 ほどである。

II サザエ肉各部位の性状

II-1 色およびかたさ

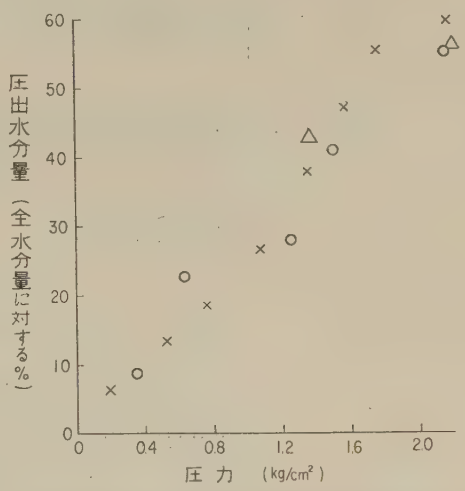
サザエ肉の前記の 3 部位は，色，かたさがそれぞれ異つている。内臓肉は，色がかなり白く，シコシコしたかたさをもち，ごくかたい寒天ジェリーとアワビ肉

の中間のような食感を有している。足肉は，表面が朱肉色で肉の内部もうすい同色を呈し，非常にかたく，かみ切れ難い。しかし時には，柔いゴム様のものもあるが，この場合にもかみ切れ難い。蓋肉は，上記2者の中間的性状をしめす。

II–2　肉を圧搾した際の水分の圧出状態

上記の如くサザエの内臓肉も足肉もともにかたく，これを圧搾する際かなり水分が圧出しがたいように思われるが，第2図の如く，サザエ肉より遙に柔かである牛肉とほぼ同程度の容易さで水分が圧出される。

これらの肉は，0.2 kg/cm² 程度の圧力を加えると，非常に柔いものになる。このことが，上記のように，これらの肉がかたい肉であるにもかかわらず水分が容易に圧出される原因であろう。



第2図　サザエ肉を圧搾せる際の圧力と圧出水分量との関係
×……サザエ内臓肉，○……サザエ足肉
△……牛肉（赤身）

II–3　足肉のかたさと pH との関係

足肉は，多くの場合非常にかたいが，時にはやわらかいゴムのようなものもある。2月13日に購入したサザエ4個のそれぞれの足肉についてかたさの順位をつけ，一方これらの pH を測定した。結果は第3表上段の如くである。また，2月20日および3月6日に購入したそれぞれ4個のサザエの足肉の硬柔および pH を調べた結果が第3表中段，下段である。

表記の如く，サザエ足肉のかたさは，pH と相関し，pH 価の大いものほどかたいようである。なお，2月20日のかたい足肉の平均水分量は，78.0%，3月5日のやわらかいものの平均水分量は，77.7%で，水分は，足肉のかたさと無関係のようである。

第3表　サザエ足肉の硬さと pH 価

試料番号	pH 価	硬　柔	備　考
1 2 3 4	6.30 6.45 6.65 6.75	柔 ↕ 硬	2月13日 購入
5 〜 8	6.71 〜 6.88	4試料とも 硬	2月22日 〃
9 〜 12	6.17 〜 6.30	4試料とも 柔	3月5日 〃

II–4　煮熟した際のかたさの変化

II–1 に記載したように，サザエ肉の3部位は，それぞれかたさを異にしているが，これらを水中で加熱すると，そのかたさが変化し，その変化する様子がそれぞれ異つている。これについての一実験例を表記すると第4表の如くである。なお，表中（　）内の数字は，生肉あるいは加熱肉それぞれの水分含量である。

表記の如く，内臓肉を 70°C 前後以上の水中で加熱すると，ややかたさをまし，100°C にてはかなりかたく，歯切の悪いものになるが，足肉はこれと反対に，70°C 前後以上にて，やわらかくなり，歯切もよくなる。蓋肉は，上記2者の中間的性状をしめす。

III　各部位の化学的成分

前記のようにサザエ肉の各部位が種々性質を異にすることから考えると，これら各部位の化学的成分，組織などに差異がありそうに思われたので，著者らは，これらについて調べた。

III–1　水分および脂肪

水分含量について得た結果は，第5表の如くである。

第 4 表 サザエ肉を水中で加熱した際の硬さの変化

肉の部位	生肉の硬さ	水中で1時間加熱した肉の硬さ		
		50°C	70°C	100°C
内臓肉	あまり硬くなく，歯切がよい。(76.6)	生肉と大約同様 (80.9)	歯切は，なお多少よいが，硬くなる。(76.7)	一層硬くなり，歯切も悪くなる。(65.0)
足肉	非常に硬く，歯切が悪い。(78.8)	生肉と大約同様 (83.6)	柔になり，歯切ややよくなる。(74.9)	柔く，歯切もよく，やわらかいゴムのようである。(62.3)
蓋肉	上記2者の中間 (78.4)	生肉と大約同様 (81.7)	やや硬くなるが，歯切はよくなつた。(71.3)	歯切は一層よくなつた。硬さは同左。(69.2)

( ) の数字は水分含量

第 5 表 サザエ肉各部位の水分含量，%

内臓肉の水分含量	蓋肉の水分含量	足肉の水分含量	備考
70.3	67.9	73.5	34 年 1 月 24 日 購入のもの 4 コの平均
72.0	74.1*		33 年 11 月 19 日 〃
74.1	75.4*		34 年 1 月 6 日 〃
74.6	73.8*		33 年 12 月 15 日 〃
77.0	77.6	78.0	34 年 2 月 20 日 〃
77.2	78.0	77.7	〃 3 月 5 日 〃
77.2	—	77.1	〃 2 月 13 日 〃

* 蓋肉と足肉とを一諸にして分析した値

第 6 表 サザエ肉の全窒素量，および非蛋白態窒素量 (生肉に対する百分率)

部位	全窒素				非蛋白態窒素			
	A*	B	C	D	A	B	C	D
内臓肉	3.64	3.27	3.22	3.02	0.85	0.64	0.62	0.39
足肉	3.28	3.34	3.30	3.27	0.56	0.38	0.57	0.44
蓋肉	3.18	3.28	3.08	—	0.61	0.57	0.46	—

* A～D は実験番号

第 7 表　サザエ肉の蛋白組成　(全蛋白態窒素に対する各種蛋白態窒素の百分率)

部　位	ミオシン区蛋白			非ミオシン区蛋白			基　質		
	A*	B	C	A	B	C	A	B	C
内臓肉	74.6	61.2	59.2	14.0	19.0	28.1	9.0	21.3	12.3
足　肉	41.6	37.2	36.6	6.3	11.8	2.2	54.0	56.0	62.3
蓋　肉	66.5	58.2	52.7	7.8	10.7	12.2	26.4	22.9	—

* A,B,C は実験番号

表記の如く，個体間には水分含量に差異が認められるが，各部位の間には，7 回の実験のうちの 1 回をのぞいては，ほとんど差異が認められない。

脂肪含量については，僅かな試料についてのみしか分析しなかつたが，内臓肉に 0.3～0.7%，足肉は 0.2～0.5% ほどであつた。

III-2　蛋白質の含量および組成

次に肉質各部位の蛋白質について調べた。まず全窒素，非蛋白態窒素の分析結果をしめすと，第 6 表の如くである。

表記の如く上記 3 部位の全窒素および非蛋白態窒素にはほとんど差異が認められない。

次に上記と同じ試料について蛋白組成を調べ，第 7 表の結果をえた。

蛋白組成は，3 部位の間に明らかな差異が認められる。すなわち足肉は，内臓肉にくらべ，ミオシン区および非ミオシン区の両蛋白がともにほぼ半量ほどであるが基質は，大約 5，6 倍も存在する。蓋肉は前 2 者のほぼ中間的な蛋白組成を有している。

IV　サザエ肉の組織

前記 3 部位の組織標本を前述の方法により作製，検鏡した，第 3 図の写真 1 は内臓肉をしめすもので，ここに見られる組織は，すべてミオシン区蛋白および非ミオシン区蛋白によつて出来ている筋肉線維である。写真Ⅱも内臓肉であるが，このように（第 4 図参照）内臓肉にも場所によつては，筋肉線維が多少いりまじつた結締組織（基質蛋白によつてできている）が筋肉線維組織の間に存在しているようなものも認められる。これらの筋肉線維および結締組織線維の太さは，大約同様で 2～3 μ ほどである。蓋肉には，写真Ⅱの内臓肉とほぼ同様な組織を有している場所も見られるが，また一方写真Ⅲのような内臓肉とかなり様子の異つた組織をもつた所もかなり多く認められる。これは，ごく細い束をなすかあるいは単独にて存在する筋肉線維に，これと同様な状態の結締組織線維が混在しているものである。これら両種線維の太さは，内臓肉のそれとほぼ同様である。

第 4 図　第 3 図の写真Ⅱの附図
黒色部分はすべて筋肉線維組織，白色部分は結締組織に多少筋肉線維が混在している。

写真Ⅳおよび Ⅴは，足肉の組織をしめすもので，これらは，一見写真Ⅲと同様であるが，これらに見られる組織は，主として結締組織線維で，これ

に僅かな筋肉線維が混在しているものである。写真Ⅳの場合は，特に筋肉線維が少く，なお，この部分の結締組織線維は，他の部位のそれに比較して彎曲が著しい。足肉の筋肉線維および結締組織線維の太さも，他の部位のそれらとほぼ同様か，やや細い程度である。

上述のようにサザエ肉の組織は，その部位により異り，特に内臓肉と足肉とは差異が大である。また各部位のそれぞれも，それ自身の場所，場所でかなり異つた組織を有している。これら各部分の組織の差異は，第7表の蛋白組成の結果をよく裏書している。

考　　察

前記諸結果から考えると，サザエの生肉のかたさ，および煮熟する際のかたさの変化などが，内臓肉，足肉，および蓋肉にて相違する原因は，水分含量，脂肪含量および蛋白含量などによるものではなく蛋白組成および組織の相違によるもののようである。

すなわち，足肉がかみ切れ難いのは，これが結締組織を多量に含有すること，および結締組織にて構成されている皮質がかみ切れ難いということを合せ考えれば了解でき，またこの肉が70°C に加熱されるとやわらかく，かみ切れ易くなるのは，結締組織を構成する基質蛋白が加熱によりゼラチンに変化するためと考えられる。内臓肉が足肉と反対に 70°C に加熱されると一層かたくなるのは，この肉に結締組織（従つては基質蛋白）が少く，熱凝固性蛋白によつてできている筋肉線維が多いためと考えられる。蓋肉が前2者の中間的性質をしめすのは，この蛋白組成および組織が前2者の中間的であるということによつて説明できる。

このように蛋白組成および組織の差異によつてサザエの内臓肉，足肉および蓋肉がそれぞれ性状を異にしているから，サザエの肉を利用加工する際には，本実験の諸結果を参照し，上記3部位にそれぞれ適応した方法を行なうことが望ましい。

結 果 の 要 約

1 重 量 組 成

サザエの肉は，全重量の 14.7±1.4%ほどであり，この肉の主要部分である内臓肉，足肉および蓋肉は，全肉量に対し次の如き割合をしめている。

内臓肉……36.8±1.8%	蓋　肉……22.2±1.5%
足　肉……30.2±1.7%	その他……11.0±2.0%

2 性　状

i 内臓肉は白色で，ごくかたい寒天ゼリーとアワビ肉の中間のような食感を有している。足肉は朱肉色で，非常にかたく，また時にはやわらかいゴム様のものもある。しかし両者とも噛み切れ難い。蓋肉は，上記2者の中間的な性状をしめす。

ii 内臓肉は，70°C 前後以上の水中で加熱すると，ややかたさをまし，100°C にてはかなりかたく，歯切れの悪いものになる。足肉は，上記と反対に 70°C 前後以上にてやわらかになり，歯切もよくなる。蓋肉は，この場合にも上記2者の中間的である。

3 化学的成分

i サザエ肉の水分含量は，大約70～80%で，個体により差異をしめす。しかし，同一個体の内臓肉，足肉および蓋肉の間には，水分含量にほとんど差異がないようである。なお，サザエ肉の脂肪含量は，ごく僅か（0.2～0.7%）である。

ii 全窒素量および非蛋白態窒素量は，上記3部位の間にほとんど差異が認められず全窒素量3.0～3.6%（生肉に対し），非蛋白態窒素量 0.4～0.9%（生肉に対し）ほどである。蛋白組成は，3部位の間に明かな差

異が認められる。すなわち，足肉は，ミオシン区蛋白 37～42%（全蛋白に対し），非ミオシン区蛋白 2～12%（全蛋白に対し）を含有し，これら蛋白含量は，内臓肉の場合のほぼ半量にすぎない。一方，足肉の基質含量は，54～62%（全蛋白に対し）で，内臓肉の大約 5，6 倍も存在している。蓋肉は前 2 者のほぼ中間的な蛋白組成を有している。

4 組 織

内臓肉には筋肉線維のみからできている場所もあるが，筋肉線維が多少いりまじつた結締組織が筋肉線維の間に存在しているようなものも認められる。蓋肉には内臓肉の後者の場合のようなものもあるが，ごく細い束をなすかあるいは単独にて存在する筋肉線維と，これと同様な状態の結締組織線維とが混在しているものもある。足肉は，主として結締組織線維からできていて，これに僅かな筋肉線維が混在している。これら 3 部位の各線維の太さは，2～3μ ほどで，足肉の線維には，やや細いものもある。

On the Meat of the Top Shell

Toyo-o Takahashi and Teruko Tanaka

Synopsis

The meat of the top shell, *Turbo cornutus*, may be chiefly classified into three parts according to differences in their appearance and behavior. One of them encloses a part of the viscera. Another lying on the opposite side plays the role of a locomotive organ, and another adjoins to the operculum. In the present study they may be tentatively named the visceral meat, foot meat and operculum meat, respectively.

The appearance and behavior of these three kinds of meat have been observed, as no accounts on these subjects are available at hand. And then, their chemical constituents and structures have been determined for the purpose of elucidating reasons for differences of their behavior on cooking.

1. Weight ratios

A whole meat of the top shell constitutes 14.7±1.4 per cent of a total weight of the shell. The weight ratio of the various parts of the entire meat is 36.8±1.8 per cent for the visceral meat, 30.2±1.7 per cent for the foot meat, 22.2±1.5 per cent for the operculum meat, and 11.0±2.0 per cent for other parts.

2. Appearance and behavior

i) Color of the visceral meat is white. The meat is tougher than a strong gel of agar-agar but not so much as the meat of ear-shell. The foot meat is vermilion in color. It is difficult to bite off the meat with no regard to relative toughness different among the samples.

ii) When cooked in water at about 70°C., the visceral meat shows a considerable increase in toughness. It is rather difficult to bite off the boiled meat. On the contrary, the foot meat cooked at about 70°C. decreases toughness and is easily bitten off. The operculum meat lies between the visceral and the foot meat in appearance and behavior.

3. Chemical constituents

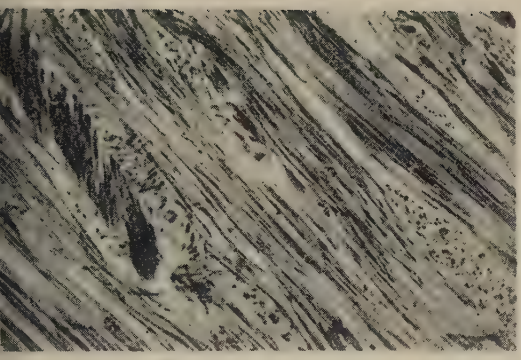
i) The water content in the top shell meat is about from 70 to 80 per cent depending on individual variations. But no appreciable differences could be observed among the various parts of the meat within a sample. The fat content is very small (0.2 to 0.7 per cent).

ii) As regards contents of total nitrogen and non-protein nitrogen, little or no differences were noticed among the three parts, the former content being 3.0 to 3.6 per cent, and the latter, 0.4 to 0.9 per cent of raw meat.

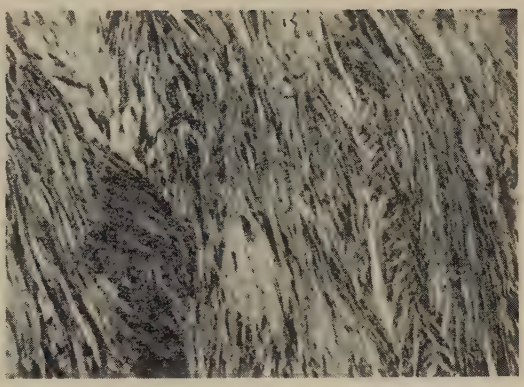
Difference in protein components is rather large among the three parts of the shell. In the foot meat the myosins nitrogen content is 37 to 40 per cent of a total protein nitrogen, and non-myosins nitrogen, 2 to 13 per cent. The both are one half of these nitrogen contents in the visceral meat. On the other hand, the amount of stroma nitrogen contained in the foot meat is 34 to 62 per cent of a total protein nitrogen and about five or six times larger than the amount in the visceral meat. Here the operculum meat again leis between the other two parts.

4. Structure

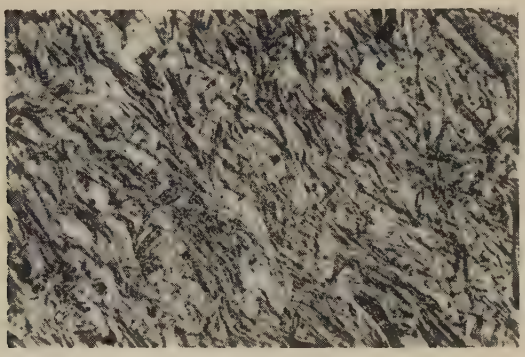
Some parts of the visceral meat show only muscle fibers. But in the other parts connective tissues mixed with a small amount of muscle-fibers are observed among muscle-fiber tissues. A part of the operculum meat is similar in structure to the latter tissue of the visceral meat. Another part has muscle-fiber and connective tissue-fiber mixed each other, the both of which exist either forming or not forming bundles. The foot meat is mainly composed of connective tissues mixed with a small amount of muscle fibers. Diameters of fibers in the three parts are about 2 to 3 μ except some fibers in the foot meat which are a little smaller



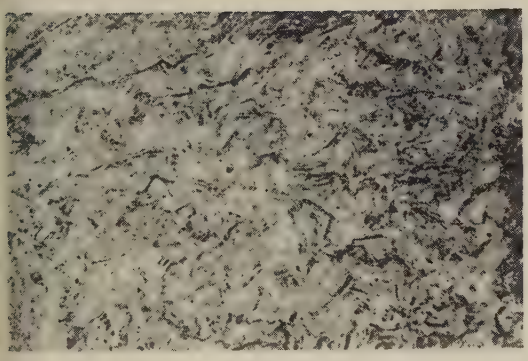
I　内臓肉（A）　×200



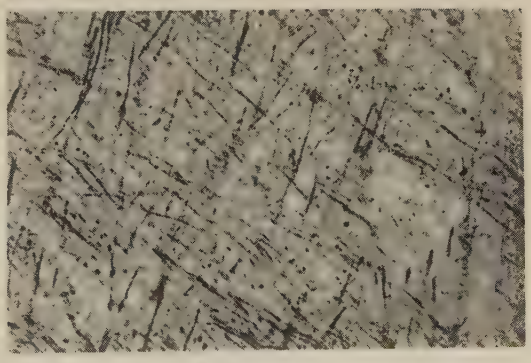
II　内臓肉（B）　×200



III　ふた肉　×200



IV　足肉（A）　×200



V　足肉（B）　×200

第 3 図　サザエ肉各部位の組織

カツオ肉の脂肪含量と心臓の表面にあらわれる脂肪組織重量との関係*

高　橋　豊　雄

ま え が き

魚肉を加工する際に，その脂肪含量の多少が製品の品質に影響する場合が多い。カツオ節を作る場合にも，脂肪の多い原料魚からはよい節を作ることはできない。従つてカツオ節の製造業者は，カツオ *Katsuwonus vagans* を購入する際には脂肪の少ないカツオを入手することを心掛けている。そしてこのためにカツオの魚体をあまり傷つけず，しかも容易に肉の脂肪含量を知る方法を強く望んでいる。しかし，現在このような方法はなく，わずかにカツオのとれた場所，時期などから肉の脂肪含量を推定している程度で，これもよい結果がえられぬ場合が多い。

上記のような方法としては，カツオの尾鰭のつけねの形ち，頭部の皮をはがした際の肉色，心臓の表面にあらわれる脂肪組織重量の多少などによつて，その肉の脂肪の多少を見分けるのがよいと一部の人々によつていわれている。しかし一般には，これらの方法があまり知られていないためか，あるいはこれらが不確実なためか，ほとんど利用されていないようだ。

著者はカツオの魚体をあまり傷つけることなく．その肉の脂肪含量を容易に知る方法をえたいと考え，上記の尾鰭の形，頭部の肉色および心臓表面の脂肪組織重量の多少のうちで，最もその程度が客観的にあらわせるものとして心臓表面の脂肪組織重量を選び，これがカツオ肉の脂肪含量とどのように関係するかをみて，この方法がどの程度に使用できるかを確めた。なお，これを調べる前提として，カツオ肉における脂肪の分布状態を調べた。

実 験 方 法

試　料

試料は，1958 年 5 月から 9 月の間に東京中央魚市場に入荷したカツオを用いた。これらは，すべて鮮度良好であつたが，漁場などは不明である。

脂肪の定量法

試料を小片となし，これを赤外線ランプをもつた迅速水分定量器にて比較的短時間（長くとも 2 時間）内に水分を除き，この乾燥肉を粉末とし，エーテルとともに，共栓三角フラスコに入れ，放置，振盪，沪別して，脂肪を常法の如く定量した。

組織標本の作製

約 1 cm^3 大の肉片を 10% ホルマリンで 1 昼夜固定，1 夜流水にて洗滌した後，ゼラチンに包埋し，Sartorius 型凍結ミクロトームで厚さ 20～30 μ の切片に切断した。えられた切片をスダン-Ⅲで脂肪，Mayer のヘマトキシリンで核を染色し，Apáthy のゴムシロップで封入し，検鏡した。

---

* 1961 年 1 月 20 日受理，東海区水産研究所業績 A 第 142 号。

結果および考察

I カツオ肉における脂肪の分布

カツオ節原料という立場から，カツオ肉の脂肪の多少を考える場合には，肉中に脂肪がどのように分布しているかを考慮する必要がある。この問題については，土屋，広田[1]が二，三の知見を報告しているが，著者はこれについてやや詳細に調べてみた。

I-1 脂肪組織

三枚におろしたカツオの片身を中央部で体軸に直角方向に切断し，この断面の背部の脂肪組織を肉眼的に観察し，一方魚体中央部の背部表面から 0.5 cm 深さまでの肉について脂肪を定量した。これらの結果は，第1表の如くである。これらは脂肪含量の少ない順に記載した。

第 1 表 背肉の脂肪含量と皮下脂肪層の厚さ及び脂肪腺の有無との関係

試料番号	背肉（表面から深さ0.5 cm まで）の脂肪含量	背部皮下脂肪層の厚さ	脂肪腺の有無
8	0.81%	なし	なし
6	0.93	なし	なし
13	2.96	0.1～0.2 mm	なし
3	6.04	0.7	ごく僅かにあり
14	6.62	0.4～0.5	僅かにあり
2	10.2	0.3～0.5	あり
10	10.3	1.0	あり
1	11.5	1.0	あり
15	13.8	1.0～1.2	あり
7	16.2	1.4	あり
12	20.9	1.0	あり
9	26.2	1.2	あり

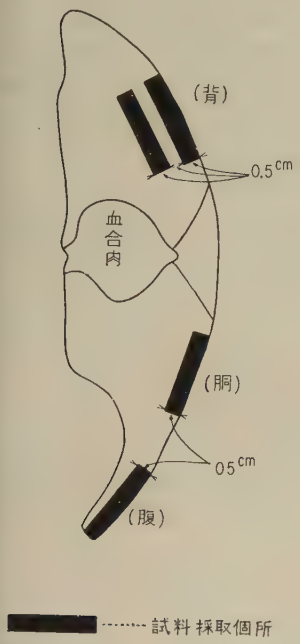
表記の如く，上層肉の脂肪含量が多い場合には，かなり厚い皮下脂肪層が認められ，この層につづいているように見える脂肪腺が肉のなかに多数認められる。脂肪含量が少くなるにつれて，脂肪腺は少なくなり，ついにはなくなり，皮下脂肪層は薄くなる。脂肪含量がごく少なくなると，皮下脂肪層も認められなくなる。

次に，第1表の試料 No. 10 の魚体中央部の背肉，腹肉および背と胴の中間部（血合肉の上部）の肉のそれぞれについて組織標本を作製し，これらの微顕鏡写真を撮影した。写真Ⅰは，上記背肉を体軸に直角方向に切断した断面（表面に近い部分）の組織標本を撮影したものである。写真Ⅱ及びⅢは，背と胴の中間部の肉および腹肉のそれぞれについて上記と同様に組織標本を撮影したものである。背と胴の中間部の肉の脂肪腺は，背肉あるいは胴肉のそれよりも常に多いようであり，なお，この部位には他の部位になお脂肪腺があらわれないような脂肪の少ない魚体にも，これが認められる場合がしばしばある。腹肉は，他の部位と結締組織の分布状態がかなり異なり，これに原因してか，脂肪の分布状態が他とかなり異る。なお，本報告にはその写真を掲載しないが，胴肉上層部の脂肪組織は，背肉のそれとよく似ている。

I-2 脂肪含量

(I-1) の結果にもとづいて，魚体中央部の背，胴，腹の3部位の上層肉（深さ 0.5 cm までのもの）および背部の中層肉（深さ 1.0～1.5 cm のもの）について脂肪含量を分析した。このように，表面から一定の深さに試料を切りとり，脂肪含量を分析したのは，前記の如く表面に近いほど，特に皮下に脂肪が多く存在

しているので，試料相互を比較するためには，一定の深さの層の肉について分析すべきであると考えたからである。しかし，表面から一定の層を切りとることは，なかなか困難で，著者の場合にも切りとりかたに多少変動があり，結果にこのましくない影響を与えているものと考えられる。試料採取部位を図示すると第1図の如くである。



第1図　魚体から試料を切取つた個所

第2表　カツオ肉の脂肪含量

試料番号	カツオ肉の各部位の脂肪含量　%			
	背肉上層	背肉中層	胴肉上層	腹　肉
6	0.73	0.10	0.62	—
8	0.81	0.04	1.45	—
13	2.96	0.05	4.13	3.59
5	5.48	0.16	7.66	—
3	6.04	0.09	5,24	—
14	6.63	0.05	13.7	8.19
4	8.33	0.17	7.43	—
11	9.71	0.05	9.75	8.41
2	10.2	0.12	12.2	—
10	10.3	0.04	15.7	15.7
11	11.5	0.24	10.2	—
15	13.8	0.08	17.7	21.4
7	16.2	0.14	15.4	—
12	20.9	0.33	23.7	15.6
9	26.2	0.49	23.5	18.2

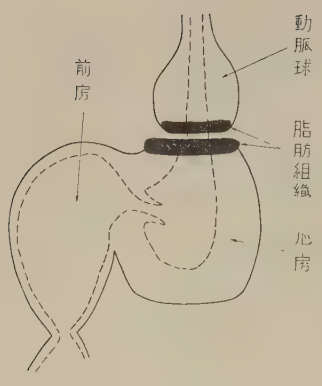
えた結果は第2表の如くで，これらは背肉上層の脂肪含量の少ない順に記した。

表記の如く，胴肉上層は，No. 10，14 以外の他のすべてにおいて，背肉上層とよく似た脂肪含量をしめしている。背肉中層の脂肪含量は，背肉上層のそれとくらべて常にはるかに少ない。腹肉の脂肪含量は，背肉上層のそれとやや似ている。背肉上層の脂肪含量に対する胴肉上層，腹肉および背肉中層の脂肪含量の標本相関係数をそれぞれ計算すると，背肉上層—胴肉上層 0.90，背肉上層—腹肉 0.72，背肉上層—背肉中層 0.78 となる。これらは，危険率 5% にて有意である。

上記の観察および分析結果から考えると，カツオに脂肪が多いといわれる場合には表層部（特に皮下）に脂肪が多いのであつて，このような場合にも内部の肉には僅かの脂肪が含有されるのみである。したがつて，本研究の如くカツオの脂肪の多少を問題として取扱う場合には，表層の肉について考えるべきであろう。また，多脂肪原料からカツオ節を作る場合には，このような脂肪の分布状態を考慮して処理すればよい製品がえられると考えられる。なお，このことについては土屋，広田[2)]が研究，報告している。

II　カツオ肉脂肪含量と心臓の表面にあらわれる脂肪組織重量との関係

第2図はカツオの心臓の略図である。この心房の最上部表面と動脈球の最下部表面に白色の組織がしばしば認められる。なお，写真4は試料 No. 14 の心臓を撮映したものである。この白色組織は，大約 65% ほどのエーテル可溶物を含有し，いわゆる脂肪組織というべきものと思われる。この脂肪組織の多いカツオは，



第 1 図　カツオ心臓の模式図

その肉に脂肪を多くもつていると一部の人が考えているわけで，著者はこの点を確めたいと考えたのである。

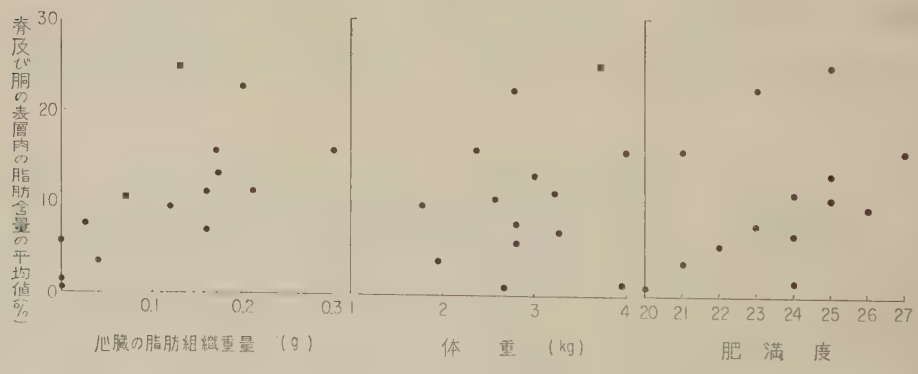
前記の如く，カツオ肉の脂肪の多少を考える場合には上層部の肉について取扱うのが適当と思われるので，心臓部の脂肪組織の多少を，第2表に記載した背および胴の上層肉の脂肪含量の平均値*と比較し，これらの間の関係を見た。この結果を図示すると第3図の如くである。

図の如く，両者の間には大約ながら正の相関関係が認められる（標本相関係数……0.67）。したがつて，カツオの心臓表面の脂肪組織重量から，カツオ肉の脂肪含量の多少をほぼ推定できそうである。少くとも，この脂肪組織のごく少ないものは，肉の脂肪含量が少くないと断定できそうである。

業者によると，カツオの魚体をあまり傷つけず，その心臓をとりだすことは容易であるとのことであるが，心臓を魚体からとりだそうとすると，前房がこわれ，血液が流出し，魚体が汚染される。このことは，本方法を実施する際充分に考慮されるべき問題であろう。

カツオ肉の脂肪含量と二，三の因子との関係

二，三の魚種について，魚体の脂肪含量が魚体の大きさと相関し，肥満度とは相関のないことが知られている[3)4)5)]。カツオについての本実験の結果では，上層肉の脂肪含量は，魚体の大きさとも相関がなさそうである（第 4,5 図参照）。

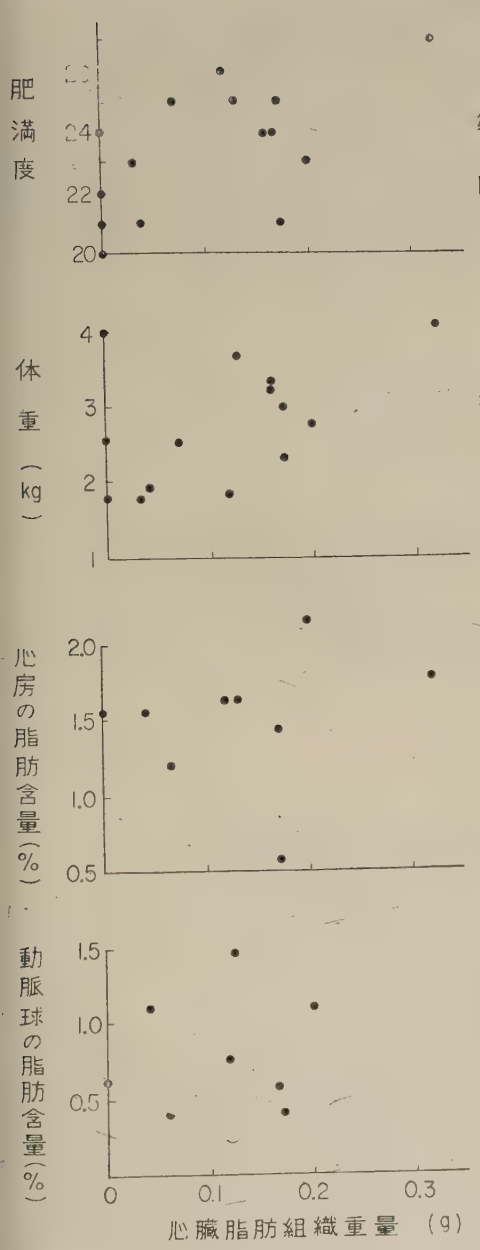


第 3～5 図　心臓の脂肪組織重量および体重，肥満度などと肉の脂肪含量との関係

III　カツオ心臓表面の脂肪組織重量と二，三の因子との関係

参考のため，上記組織重量と二，三の因子との関係をみたが，魚体肥満度との間には僅かながら正の相関関係がありそうである（標本相関係数…0.54）が，魚体の大きさとの間には相関がなく，また，これら組織があらわれる心房および動脈球の脂肪含量との間にも相関が認められなかつた（第6～9 図，参照）。

* 前記の如く，分析試料を魚体の表面から一定の厚さに切りとることは，かなり困難で，このことが分析結果にこのましくない影響を与えていると推察される。一方，背および胴の上層肉は，ほぼ同程度の脂肪を含有している。これら2つのことをあわせ考えると，背および胴の両者の脂肪含量の平均値をこの際用いる方が，一方の値のみを用いるよりも目的とする関係を知るために適当と思われる。



第6図

第7図

第8図

第9図

第6～9図　心臓脂肪組織重量と肥満度，体重，心房の脂肪含量および動脈球の脂肪含量などとの関係

IV　カツオ心臓表面の脂肪組織の脂質について

この脂肪組織を無水硫酸ソーダにて脱水し，エーテルにて抽出したものについて，特数を測定した所，酸価…4.4，沃素価…184.88，鹸化価…187.14，屈折率40°…1.4749であつた。これらの特数は，在来報告[6)7)]されているカツオ体脂肪のそれらとかなりよく似ている。なお，これの脂肪酸組成を検した所，第3表の如き結果がえられた。

第3表　心臓表面の脂肪組織中の脂質の脂肪酸組成

不飽和脂肪酸の種類	含有率（全脂肪酸に対する%）
二重結合6個のもの	18.33
〃　5　〃	8.77
〃　4　〃	3.75
〃　3　〃	5.60
〃　2　〃	19.38
〃　1　〃	*

* 未測定

要　　約

加工原料を選定する立場から，カツオの魚体をあまり傷つけず，しかも容易に肉の脂肪含量を知る方法をうることを目的として，カツオの心臓の表面にあらわれる脂肪組織重量とカツオ肉の脂肪含量との関係について検討した。なお，上記検討を行なう前提として，カツオ肉における脂肪の分布状態を調べた。得た結果の大要は次の如くである。

1. カツオの上層肉（表面から深さ 0.5 cm までのもの）の脂肪含量が大になるにつれて，皮下脂肪層が厚くなり，この層につづくように見える脂肪腺が多くなる。同一個体の各部位の上層肉における脂肪の分布状態は，おのおの間にかなり差異が認められる。背と胴の中間部の上層肉は，他の部位の上層肉よりも常に脂肪腺が多く分布している。腹肉の脂肪分布状態は，他の部位とかなり異なり，背部と胴部とはよく似ている。
2. 背肉上層と胴肉上層とは，ほぼ等しい脂肪含量をしめしている。背肉中層（深さ 1.0～1.5 cm のもの）は，その上層肉よりも常に遙に脂肪が少い。腹肉は，背肉上層と大約同程度の脂肪を含有している。
3. 背（あるいは胴）肉上層の脂肪含量と心臓表面にあらわれる脂肪組織重量との間には，大約ながら正の相関が認められる。従つて，後者からその肉の脂肪含量の多少を推定することが可能と考えられる。

4. カツオ上層肉の脂肪含量は，魚体の大きさ，肥満度などとの間に相関はなさそうである。
5. 心臓表面の脂肪組織重量と魚体肥満度との間には，僅かながら正の相関があるようであり，魚体重量との間には相関が認められない。心房及び動脈球の脂肪含量と上記組織重量との間にも相関が認められない。
6. 心臓表面の脂肪組織中の脂質の特数は，カツオの体脂質のそれらとかなりよく一致している。

本研究を始めるにあたり沼津市渡辺十吉氏より有益な御助言を賜り，また脂質の特数及び脂肪酸組成の測定，組織標本の作製につきそれぞれ当研究所利用部石井清之助技官，田中武夫技官の御助力を賜つた。ここに，これら諸氏に深く謝意を呈す。

文　　献

1) 土屋靖彦，広田望：日水会東北支部会報，**4** (1•2)，6～7 (1953).
2) 土屋靖彦，広田望：同上誌，**5** (1•2)，1～7 (1954).
3) 大島信夫：水産試験場報告，**1**，177～200 (1930).
4) 大谷武夫，薄井与兵衛，助川輝武：日水会誌，**5**，308～310 (1937).
5) 野口栄三郎，尾藤方通：日本海区水産研究所報告，**2**，151～175 (1955).
6) 大島幸吉："水産動物化学"，朝倉書店，東京，上巻 pp. 115 (1949).
7) 須山三千三：日水会誌，**14**，254～256 (1948)；**15**，327～331 (1949).

Relation between the fat content of skipjack meat and weight of fatty tissue on the heart

Toyo-o Takahashi

Synopsis

In processing *katsuobushi*, a dried stick of skipjack (*Katsuwonus vagans*), selection of fish with small fat content is essential for securing the quality of the products. In order to obtain a simple method for determining fat content in skipjack meat without damadging the fish body, the distribution of fatty tissue and the fat content in different parts of the meat were observed. Then the relation between the fat content of the meat and the weight of fatty tissue on the heart was determined. The results obtained can be summarized as follows.

1) As the fat content of the upper layer of meat (from the surface to a depth of 0.5 cm.) increases, hypodermic fatty layer grows thicker, and sebaceous glands apparently connected with hypodermic fatty layer increase. Samples taken from the upper layer of various parts of the fish differ one another more or less in the distribution of fatty tissue; the upper meat between dorsal and trunk has always more sebaceous glands than the other parts; the ventral side is much different from the dorsal side and trunk, which have a similar distribution each other.

2) In fat content, the upper meats of dorsal side and trunk are also nearly the same each other; the ventral meat slightly resembles the upper meat of other parts; the middle-layer meat (1.0～1.5 cm. from the surface) shows much smaller contents than the upper meat.

3) There seems to exist a direct proportion between the fat content in upper-layer meat and the weight of fatty tissue on the heart (coefficient of correlation of the samples being 0.67).

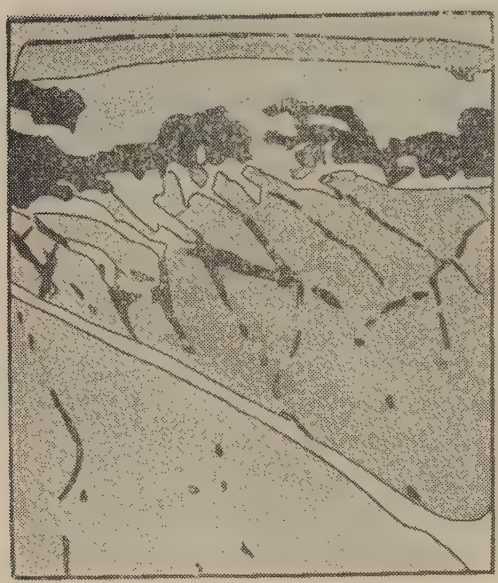
4) The fat content in upper-layer meat seems to have no correlation with weight and fatness of the body.

5) Between the weight of the fatty tissue on heart and fatness of the body a slight correlation was observed. The weight of fatty tissue on the heart was correlated neither with body-weight, nor with fat content in ventricle or bulbus arteriosus.

6) The lipid in the fatty tissue on the heart rather resembles the body oil in properties.

写真 1～IV の模写図

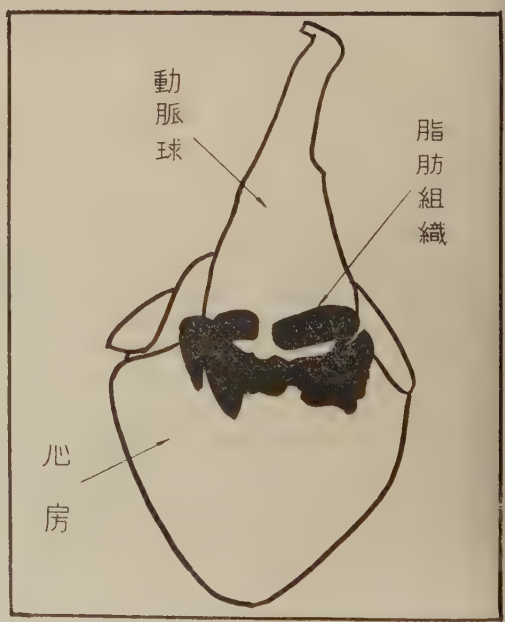
写真 1～III の模写図において，黒色は脂肪組織，灰色は筋肉または皮，写真 IV の模写図において黒色は脂肪組織。



I

II

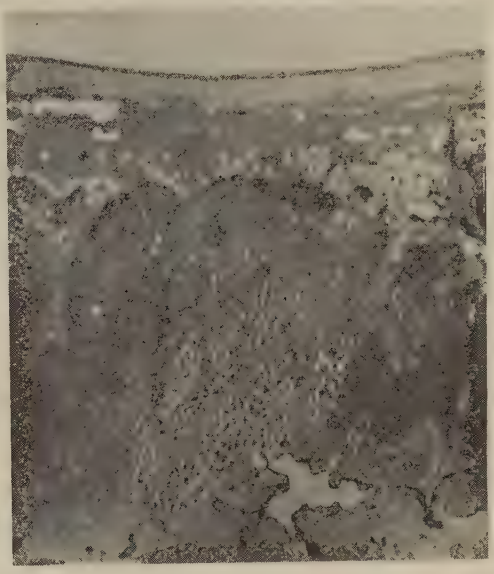
III



IV

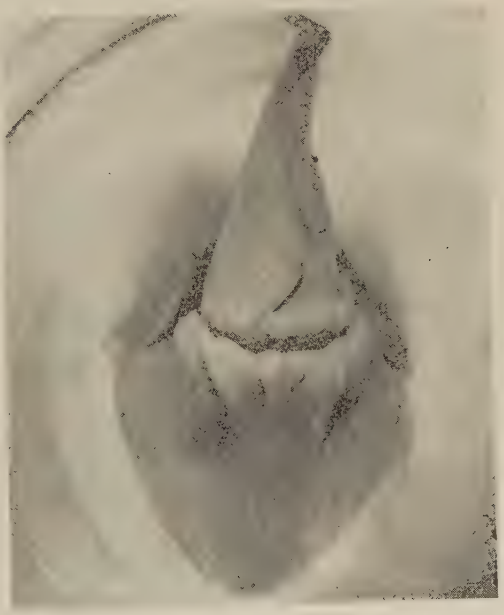
写真 1～IV　カツオ肉を魚体中央部にて体軸方向に対し直角に切断した面の組織，(I–III)，及び表面に脂肪組織のあらわれたカツオの心臓（IV）

(1)　背肉上層，×13



(2)　背と胴との中間部の肉の上層，×13

(3)　腹肉上層，×13



(4)　心臓，×1.4

スルメの吸水におよぼす各種多りん酸塩の効果*

竹　井　　誠・高　橋　豊　雄

ピロりん酸ソーダ，ヘキサメタりん酸ソーダなどの各種多りん酸塩は，蛋白質の水和性を増大させる性質を有するため，ねり製品[1]に添加され，足の改善に寄与している。著者らは先[2]にイカ肉を第二りん酸ソーダ，クエン酸ソーダ，炭酸ソーダなどの各種溶液で処理した後乾燥すると，この乾燥品が水づけすることにより鮮肉に近いものにもどることを知つた。蛋白質の水和性を増大させるという性質を有することから多りん酸塩が上記塩類と同様の効果を有していそうに思われたので，各種多りん酸塩について乾燥品の吸水におよぼす効果を検討した。えられた結果をここに報告をする。

なお先[2]に報告した場合と同様，本研究でも平衡吸水量を水もどり水分量と称し，水もどりした肉が鮮肉と同様になつた際に「水もどりが良好」，このような効果をあらわした処理を「水もどし効果があるもの」と称した。

実験結果ならびに考察

1.　単独で使用した場合の効果

新鮮なスルメイカの胴肉 20 g 宛 4 片を各種多りん酸塩の 2 % 溶液（ただしポリメタりん酸カリ，メタりん酸カリは 0.5 %）500 cc に室温で 1 時間浸せき処理した後，戸外 (28～30°C) で 3 日間風乾し，これらの

第 1 表　各種多りん酸塩で処理したスルメの水もどり水分量並びに水もどり後の状態

多りん酸塩の種類および濃度 (%)	実験 1		実験 2		実験 3		実験 4		実験 5	
	水もどり水分量，%	状態	水もどり水分量，%	状態	水もどり水分量，%	状態	水もどり水分量，%	状態	水もどり水分量，%	状態
ピロりん酸ソーダ，2	78.6	×	—	—	80.6	×	—	—	78.8	×
トリポリりん酸ソーダ，2	—	—	80.1	×	80.8	△	—	—	82.9	△
テトラポリりん酸ソーダ，2	—	—	—	—	—	—	78.9	△	81.9	×
ヘキサメタりん酸ソーダ，2	75.7	×	—	—	—	—	77.5	△	80.9	△
酸性ヘキサメタりん酸ソーダ，2	—	—	—	—	74.4	×	—	—	—	—
ポリメタりん酸ソーダ，0.5	—	—	79.7	×	78.8	×	—	—	80.1	×
メタりん酸カリ，0.5	—	—	81.0	△	78.3	×	—	—	—	—
第二りん酸ソーダ，2	79.0	△	—	—	79.2	×	79.9	△	82.5	△
対照（水づけ）	75.4	×	78.9	×	78.0	△	76.8	△	81.5	×
鮮肉水分量	77.9		83.6		80.8		77.4		77.6	

×：肉の状態が硬くてややかつ色
△：肉の状態がやや柔らかくて透明な感じ

* 1961 年 2 月 3 日受理，東海区水産研究所業績A第 144 号.

乾燥肉を直ちに 500 cc の水に浸せきして 17 時間，15°C で水もどりさせた。なお対照として多りん酸塩の代りに水，あるいは第二りん酸ソーダに浸せき処理したものについても乾燥，水もどしを行なつた。これら水もどり肉の水分量並びに状態をしらべて水もどし効果の良否を判定し，えられた結果を第 1 表に示した。なお水もどり水分量は試料 4 片の平均値を表記した。

表にみられるように，ピロりん酸ソーダ，トリポリりん酸ソーダ，テトラポリりん酸ソーダはやや水もどり水分量を多くする効果がありそうにみえたが，これらも明らかではなく，この他のものはすべて効果が認められなかつた。

2. 2 種類の多りん酸塩を併用した場合の効果

前実験結果のように，多りん酸塩を単独で使用した場合所期の効果を示さなかつたが，一般に多りん酸塩は各種を併用すると肉の水和性を増加する作用が一層大きくなるといわれている[3]ので，これらの 2 種類宛を等量混合し，その 2 %溶液をつくり，処理液として用い，スルメの水もどり性におよぼす併用効果を検討した。ただしポリメタりん酸カリを用いる場合は，0.25 に対し他の塩を 1 の割合で混合したものの 1.25% 溶液をつくつた。実験方法は前実験に全く同じであり，えられた結果を第 2 表に示した。

表にみられるように，ポリメタりん酸カリ＋テトラポリりん酸ソーダ，ポリメタりん酸カリ＋トリポリりん酸ソーダ，ポリメタりん酸カリ＋ピロりん酸ソーダ以外はおおむね水もどし効果を示した。すなわちポリメタりん酸カリはヘキサメタりん酸ソーダと併用した場合以外には効果を示さなかつた。一方ヘキサメタり

第 2 表 2 種類の多りん酸塩を併用処理したスルメの水もどり水分量並びに水もどり後の状態

多りん酸塩の種類	処理液の pH 価	実験 1		実験 2		実験 3		実験 4	
		水もどり水分量，%	状態	水もどり水分量，%	状態	水もどり水分量，%	状態	水もどり水分量，%	状態
ピロりん酸ソーダ ＋トリポリりん酸ソーダ	9.1	—	—	72.3	○	73.4	○	—	—
ピロりん酸ソーダ ＋テトラポリりん酸ソーダ	8.4	—	—	—	—	75.9	○	73.8	○
ピロりん酸ソーダ ＋ヘキサメタりん酸ソーダ	8.4	83.0	△	—	—	74.1	○	—	—
ピロりん酸ソーダ ＋ポリメタりん酸カリ	8.7	—	—	—	—	74.6	○	70.1	×
トリポリりん酸ソーダ ＋テトラポリりん酸ソーダ	8.0	—	—	74.0	○	74.8	○	—	—
トリポリりん酸ソーダ ＋ヘキサメタりん酸ソーダ	7.3	82.8	△	70.0	△	—	—	—	—
トリポリりん酸ソーダ ＋ポリメタりん酸カリ	8.0	—	—	67.6	△	—	—	71.1	×
テトラポリりん酸ソーダ ＋ヘキサメタりん酸ソーダ	6.9	—	—	72.5	○	—	—	74.9	○
テトラポリりん酸ソーダ ＋ポリメタりん酸カリ	7.4	—	—	—	—	71.4	×	71.6	×
ヘキサメタりん酸ソーダ ＋ポリメタりん酸カリ	6.2	85.4	○	—	—	—	—	74.0	○
第二りん酸ソーダ	10.0	81.9	△	71.4	△	74.1	×	73.2	△
対照（水づけ）	6.5	79.0	×	65.9	×	70.0	×	69.1	×

処理液濃度，2 % ただしポリメタりん酸カリを用いた場合は 1.25 %
○：肉の状態が柔らかくて透明な感じ
△：肉の状態がやや柔らかくて透明な感じ
×：肉の状態が硬くてややかつ色

ん酸ソーダは，他のいずれの多りん酸塩と併用しても効果を発揮した。またヘキサメタりん酸ソーダと他の多りん酸塩との混合溶液は，ピロりん酸ソーダと混合する場合を除けば，いずれもpH価が中性附近にあるため，イカの皮の色素が溶出するなどのおそれが全くないので，この点で他の多りん酸塩を用いる場合（たとえばピロりん酸ソーダとトリポリりん酸ソーダとの併用など）よりもすぐれていた。なお本実験で水もどり水分量を多くする効果のあつた場合は，すべて水もどりしたスルメが透明で柔らかかつた。すなわちこれらに用いた多りん酸塩混合物は水もどし効果を有していた。

ヘキサメタりん酸ソーダは上に述べたような各種の長所をもつているので，ヘキサメタりん酸ソーダとトリポリりん酸ソーダあるいはテトラポリりん酸ソーダとの併用*の場合における混合割合，濃度などについて検討を行なつた。

混合割合：ヘキサメタりん酸ソーダとトリポリりん酸ソーダ（あるいはテトラポリりん酸ソーダ）との混合比を 2：1，1：1，1：2 にしたものの3％溶液をつくり，これらの水もどし効果を前実験と同一方法によつてしらべた。えられた結果を第3表に示した。

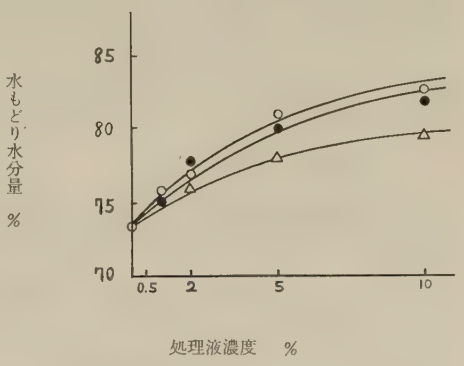
表にみられるように，ヘキサメタりん酸ソーダとトリポリりん酸ソーダを 2：1 の割合で混合したもの，およびヘキサメタりん酸ソーダとテトラポリりん酸ソーダを 2：1 の割合で混合したものは，水もどり水分量を多くする効果が最も大であつた。

濃度：ヘキサメタりん酸ソーダとトリポリりん酸ソーダを 2：1 の割合で混合したものの 10～0.5％溶液をつくり，これらの水もどし効果を前実験と同一の方法によりしらべた。えられた結果を第1図に示した。なお対照として第二りん酸ソーダについても実験した。

第3表　ヘキサメタりん酸ソーダ（あるいはテトラポリりん酸ソーダ）を併用処理したスルメの水もどり水分量

実験区分	混合割合	水もどり水分量，％
A	ヘキサメタりん酸ソーダ，2 トリポリりん酸ソーダ，1	79.6
	ヘキサメタりん酸ソーダ，1 トリポリりん酸ソーダ，1	78.8
	ヘキサメタりん酸ソーダ，1 トリポリりん酸ソーダ，2	78.6
	対照（水づけ）	75.2
B	ヘキサメタりん酸ソーダ，2 テトラポリりん酸ソーダ，1	79.6
	ヘキサメタりん酸ソーダ，1 テトラポリりん酸ソーダ，1	79.0
	ヘキサメタりん酸ソーダ，1 テトラポリりん酸ソーダ，2	78.8
	対照（水づけ）	75.8

処理液濃度，3％



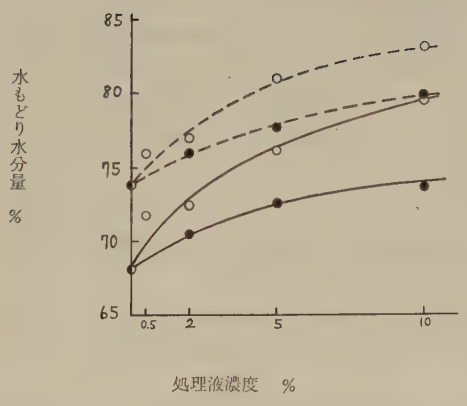
第1図　ヘキサメタりん酸ソーダとトリポリりん酸ソーダ（あるいはテトラポリりん酸ソーダ）との混合物（2：1）溶液の濃度と水もどり水分量

—○—　ヘキサメタりん酸ソーダ＋トリポリりん酸ソーダ

—●—　ヘキサメタりん酸ソーダ＋テトラポリりん酸ソーダ

—△—　第二りん酸ソーダ

* ヘキサメタりん酸ソーダをピロりん酸ソーダと併用した場合はpH価が高く，ポリメタりん酸カリとの場合は溶液が粘ちようであり取り扱いに困難を感じ，いずれも実用にやや適さないように思われたので除外した。



第 2 図　ヘキサメタりん酸ソーダとトリポリりん酸ソーダを併用処理したスルメの水もどり水分量におよぼす貯蔵の影響

--○--　ヘキサメタりん酸ソーダとトリポリりん酸ソーダ併用処理スルメを乾燥直後水もどし

—○—　同上，5°C で 50 日間貯蔵後水もどし

--●--　第二りん酸ソーダ処理スルメを乾燥直後水もどし

—●—　同上，5°C で 50 日間貯蔵後水もどし

図にみられるように，処理液の濃度が高い程水もどり水分量が多かつたが，大約 5 %程度の使用が適当のようであつた。

貯蔵試験：第二りん酸ソーダ溶液の水もどし効果は，処理したスルメを貯蔵しておくとやや低下した。そこでヘキサメタりん酸ソーダとトリポリりん酸ソーダの混合液で処理したものの水もどり水分量が，貯蔵によつてどのように変るかについて検討した。ヘキサメタりん酸ソーダとトリポリりん酸ソーダを 2 : 1 の割合で混合したものの 0.5～10%溶液を用いて，前実験同様に作成したスルメを一部は直ちに水もどしし，一部は 5°C で 50 日間貯蔵後水もどしを行ない，水もどり水分量の変化をしらべた。なお比較のため 0.5～10 % の第二りん酸ソーダ溶液についても同時に実験を行なつた。えられた結果を第 2 図に示した。

図にみられるように，ヘキサメタりん酸ソーダとトリポリりん酸ソーダの混合液で処理したものの乾燥直後における水もどり水分量は，第二りん酸ソーダのそれらよりも多く，また貯蔵によつて水もどり水分量の低下する割合は，第二りん酸ソーダ処理のものの低下する割合より少なかつた。

3.　その他二，三の問題

多りん酸塩を 3 種類混合したらどのような効果を示すかを検討するために，一応ヘキサメタりん酸ソーダを中心にして，トリポリりん酸ソーダ，ピロりん酸ソーダ，ポリメタりん酸カリを併用したものについて水

第 4 表　3 種類の多りん酸塩を混用処理したスルメの水もどり水分量

多りん酸塩の種類および混合割合	水もどり水分量，%		
	実験 1	実験 2	実験 3
ヘキサメタりん酸ソーダ，1 ポリメタりん酸カリ，1 ピロりん酸ソーダ，1	—	82.1	—
ヘキサメタりん酸ソーダ，7 ポリメタりん酸カリ，2.5 ピロりん酸ソーダ，0.5	—	83.2	76.7
ヘキサメタりん酸ソーダ，1 トリポリりん酸ソーダ，1 ポリメタりん酸カリ，1	76.5	—	—
第二りん酸ソーダ	—	82.0	78.6
対照（水づけ）	75.2	79.0	76.9

処理液濃度，3 %

もどし効果をしらべた。混合溶液の濃度は3％であり，混合割合は表に記載した。実験方法は従来と全く同じであつた。えられた結果を第4表に示した。

表にみられるように，この実験の範囲では，3種類の多りん酸塩を混合しても特によい効果を示すとは思われなかつた。

多りん酸塩は食塩の存在によつて肉の水和性を増加する作用が一層大きくなるといわれている[3]ので，ヘキサメタりん酸ソーダ2％溶液に食塩を1，2，3％加え，従来の実験と全く同一方法で，これら溶液の水もどし効果をしらべた。えられた結果を第5表に示した。

第5表　ヘキサメタりん酸ソーダと食塩を併用処理したスルメの水もどり水分量

混合割合	水もどり水分量，％
ヘキサメタりん酸ソーダ，2 食塩，1 †	73.5
ヘキサメタりん酸ソーダ，1 食塩，1 ††	72.7
ヘキサメタりん酸ソーダ，1 食塩，1.5 *	72.6
ヘキサメタりん酸ソーダ，**	72.5
対照（水づけ）	71.2

† 処理液濃度，3％
†† 同，4％
* 同，5％
** 同，2％

表にみられるように，食塩の存在はヘキサメタりん酸ソーダの水もどし効果を向上させなかつた。

上述したように，ヘキサメタりん酸ソーダ2に対してトリポリりん酸ソーダまたはテトラポリりん酸ソーダを1の割合で混合したものの2～5％溶液にイカ肉をあらかじめ浸せき処理（1時間）することは，スルメにすぐれた水もどり性を与える効果がある。なお処理液が中性である点，貯蔵中に水もどり性が低下し難い点で第二りん酸ソーダの使用よりすぐれている。

要　　約

乾製品の水もどり性におよぼす各種多りん酸塩の効果についてしらべた。その結果多りん酸塩単独では，先に乾製品の水もどり性をよくするものとして報告した第二りん酸ソーダより特にすぐれているものはなかつた。ヘキサメタりん酸ソーダとトリポリりん酸ソーダまたはテトラポリりん酸ソーダを2：1の割合で混合したものの5％溶液は，すぐれた水もどし効果を示した。そして溶液が中性であることと水もどし効果が貯蔵（5°C, 50日間）によつて比較的低下し難い点で第二りん酸ソーダよりすぐれていた。なおヘキサメタりん酸ソーダにポリメタりん酸カリとピロりん酸ソーダ（またはトリポリりん酸ソーダ）を併用しても，またヘキサメタりん酸ソーダに食塩を添加しても水もどし効果はよくならなかつた。

本研究は尼崎裕子氏の協力をえた。また研究費の一部は文部省科学試験研究費によつた。ここに謝意をあらわす。

文　　献

1) 岡田・山崎：東海水研報，**21**，49（1958）.
2) 高橋・竹井：　〃　**14**，31（1956）.
3) 藤巻・津田：農産加工技術研誌，**5**，62（1958）.

Effect of Sodium Polyphosphate upon Restoring Absorptivity to Dried Squid Meat

Makoto TAKEI and Toyo-o TAKAHASHI

Synopsis

In our previous study it was observed that squid meat dried after treating with a solution of sodium phosphate citrate or carbonate could be made, upon immersing in water, as soft as fresh meat. The present work has been intended to examine whether or not sodium polyphosphate is as active as sodium phosphates for restoring softness to the dried squid.

1. Among various kinds of sodium polyphosphates tested, some were found as active, while the others not so much, as monophosphate for restoring the water absorptivity.

2. A solution containing 5 percent of a mixture of hexametaphosphate and tripolyphosphate (or tetorapolyphosphate) at the ratio of 2 : 1 was better than a 5 percent monophosphate solution that had shown a maximum activity in our previous study. The restoration of dried meat treated with the abovementioned polyphosphate mixture a little decreased in a 50 day-storage at 5°C, but the decreasing rate was smaller than the rate of dried meat treated with monophosphate.

3. Mixtures of three kinds of polyphosphates [hexameta- polymeta- and tripoly- (or pyro-) compounds] were similar to sodium phosphate in the restoring activity.

4. Addition of sodium chloride to hexametaphosphate did not accelerate the activity of hexametaphosphate.

かん詰に封入されたハエの観察*

竹　井　　誠

かん詰内に混在していたと称せられるハエの来源について，製造業者と消費者との間に問題のおこることがある。このような場合，もしもハエの形態から，その来源を判別することができれば，この種の問題の解決に寄与し，また一方，このような判別方法のあることは，製造業者のハエに対する関心を深め，かん詰にハエの混入することを阻止する一助ともなるであろう。現在この種の方法は皆無である。著者はこの方法をえたいと考え，次のような実験を行なつた。肉詰の際，魚肉などとともにハエを封入し，巻締，殺菌後，これらのハエの形態がどのように変化したかなどについてしらべた。えられた結果をここに報告する。

実験結果および考察

供試ハエ：イエバエ *Musca domestica*，センチニクバエ *Sarcophaga peregrina*，オビキンバエ *Chrysomya megacephala*，カスリショウジョウバエ *Drosophira drosophira* を用いた。前3者は東京医科歯科大学医動物教室で，ショウジョウバエは東京都立大学生物教室で累代飼育中のものであり，いずれもふ化後 4～5 日を経過した。性別は問わなかつた。イエバエは魚肉にあまりたからないが，野菜，果物，穀類にたかりやすい中型ハエであり，ニクバエ，キンバエは魚肉にたかりやすい大型ハエで，いずれもかん詰工場内によくみられる。またショウジョウバエは野菜，果物にたかりやすく，魚肉にもたかる小型ハエで，かん詰工場内にみられる。

供試かん詰：日魯漁業株式会社久里浜工場で常法により，シロザケ水煮かん詰およびミカンかん詰を製造した。

実験方法：上記の各種ハエをエーテルで麻酔後，(1)イエバエとショウジョウバエおのおの2匹ずつを，かん内のシロザケ肉の上面，側面(皮側)，下面および内側（腹部）にそれぞれ封入した。(2)キンバエとニクバエを(1)と同様にした。(3)すべてのハエ2匹ずつをミカンかん詰に封入した。これらのかん詰を製造の翌日，研究所に輸送し，2 週間室内に放置した。その後開かんし，まずかん詰内におけるハエの存在状態を観察した。次にハエをとり出して肉眼および顕微鏡で形態などを観察し，封入，加熱前のハエのそれらと比較した。

1　かん詰内のハエの存在状態

開かん時のかん詰内のハエの存在状態を第1表に示した。

第 1 表　かん詰内のハエの存在状態

かん詰の種類	ハエを封入した場所		ハエの存在状態			
			イエバエ	ニクバエ	キンバエ	ショウジョウバエ
サケかん詰	上面	(1)	肉に埋没した	肉に埋没した	肉に埋没した	埋没しなかつた
		(2)	同上	同上	同上	頭だけ肉に埋没した
	下面	(1)	豆腐に埋没した	豆腐に埋没した	豆腐に埋没した	肉に埋没した
		(2)	同上	肉に埋没した	肉に埋没した	同上
	側面	(1)	埋没しなかつた	埋没しなかつた	埋没しなかつた	埋没しなかつた
		(2)	同上	同上	同上	同上
	内面	(1)	豆腐内に埋没した	豆腐に埋没した	豆腐に埋没した	豆腐に埋没した
		(2)	同上	同上	同上	同上
ミカンかん詰	液上部	(1)	埋没しなかつた	埋没しなかつた	埋没しなかつた	埋没しなかつた
		(2)	同上	同上	同上	同上

(1)，(2)……試料番号

* 1961 年 2 月 3 日受理，東海区水産研究所業績 A 第 145 号。

表にみられるように，サケかん詰内のハエの存在状態は，それらがおかれた場所の違い，ハエの大小によつて様々であり，容易に発見できるものとそうでないものとがあつた。すなわち，上面および下面に封入したものは，肉および豆腐に埋没し，内側に封入したものは，すべて豆腐に埋没していた。側面のものは，すべて肉あるいは豆腐に埋没することなく存在していた。なお，特に小形であるショウジョウバエを上面に封入した時は，肉，豆腐などに埋没しなかつた。

2 ハエの肉眼観察

上述したように，肉に埋没したハエは，肉からとり出してもなお肉片が附着しており，しかもこれは除去し難いので，かん詰に封入されたことが容易にわかる。しかし肉に埋没しなかつたハエは勿論，豆腐に埋没したものも豆腐を除去すれば，かん詰に封入されたものと一見して判断することはむずかしい。そこでこれらのハエの形態についてしらべた。えられた結果を第2表に示した。

第 2 表 かん詰からとり出したハエの破損状態

試料番号	ハエの破損状態			
	イエバエ	ニクバエ	キンバエ	ショウジョウバエ
1	ほぼ完全であつた	ほぼ完全であつた	ほぼ完全であつた	ほぼ完全であつた
2	同 上	同 上	同 上	同 上
3	同 上	同 上	同 上	同 上
4	同 上	同 上	片目つぶれた	同 上
5	片目つぶれた	片目つぶれた	両目つぶれた	同 上
6	両目つぶれた	片目つぶれ，片羽根切れた	片羽根切れた	同 上
7	片羽根切れた	片羽根切れた	片羽根切れ，片羽根半切した	同 上
8	同 上	両羽根切れた	同 上	片羽根切れた
9				同 上
10				同 上

表にみられるように，体の破損は目玉と羽根に起こつた。これらの破損はキンバエにやや多く認められたが，他のハエではさしたる破損の認められないものが多く，このような破損程度の肉眼観察では，かん詰内に封入されたハエであると判定することは困難である。なおショウジョウバエの破損は特に少なかつたが，このハエは目玉が小さくて肉眼では変化を観察できなかつたため，目玉が変化したものもほぼ完全の部に入れられたことが原因であるとも考えられる。

3 ハエの顕微鏡観察

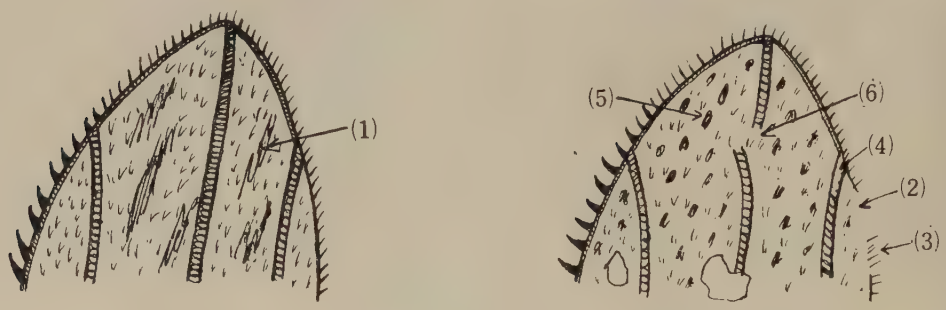
前実験でかん詰からとり出した各種のハエのうち外観がほぼ完全とみられたものについて，全身，羽根，目玉の顕微鏡観察を行ない，封入，加熱前のハエのそれらと比較した。観察した個体のすべてについて記載するのは繁雑であり，しかもハエ種によつて大きな差異は認められなかつたので，イエバエ，ショウジョウバエについてのみ記録することとし，結果を第3表に示した。

表にみられるように，羽根の破れ，筋の切断，目玉の変形からは，かん詰に封入されたハエを判定することは困難であるが，目玉の光沢，羽根のへりの線条（および毛），黒点，筋内容物，光沢などは，それぞれ判定の有力な要素となるものと思われる。なお全身の光沢も有力な要素と思われるが変化を的確につかめない場合があつた。すなわちハエはかん詰内で加熱されると全身の黄金色光沢およびにじ色彩を失ない，黒色部の多い光沢の少ないものとなつた。羽根はへりの線条あるいは毛の一部が消失し，筋内容物の一部が消失し，面上に黒点を生じ，にじ色彩が消失して光沢のない淡かつ色となつた。目玉は光輝を失なつて黒色または白色の部分を生じた。羽根および目玉の変化は写真に示し，羽根の変化を第1図の模式図に示した。

第 3 表　かん詰からとり出したイエバエ，ショウジョウバエの顕微鏡観察

ハエの種類	試料番号	全身の観察	羽根の観察						目玉の観察	
			破れ	筋	筋内容物	ヘリの線条および毛	黒点	光沢	破れ	光沢
イエバエ	1	にぶい光沢，光らない部分が多かつた	破れていた	切れていた	一部消失した	消失した	やや生じた	淡かつ色で光沢がなかつた	破れていた	光沢がなく黒色であつた
	2	同上	完全であつた	同上	同上	消失が大きかつた	同上	同上	完全であつた	光沢がなく一部黒色で大部分白かつた
	3	同上	同上	同上	同上	やや消失した	多く生じた	同上	同上	光沢がなかつた
	4	同上	破れていた	同上	同上	消失した	やや生じた	同上	同上	光沢がなく白くなつた
	対照（かん詰に封入以前のもの）	黄金色光沢，にじ色彩があつた	完全であつた	完全であつた	完全であつた	完全であつた	なかつた	にじ色彩があつた	同上	光輝があつた
ショウジョウバエ	1	にぶい光沢，光らない部分が多かつた	同上	切れていた	一部消失した	毛が消失した	生じた	淡かつ色で光沢がなかつた	同上	にぶい光沢で，黒色，一部に光沢が残つていた
	2	同上	破れていた	完全であつた	同上	完全であつた	同上	同上	破れていた	光沢がなかつた
	3	同上	完全であつた	同上	同上	毛が消失した	同上	同上	完全であつた	光沢がなく，一部黒色で大部分白かつた
	4	同上	同上	同上	同上	完全であつた	同上	同上	同上	光沢がなく黒色で一部分白かつた
	対照（かん詰に封入以前のもの）	黄金色光沢，にじ色彩があつた	同上	同上	完全であつた	完全であつた	なかつた	にじ色彩があつた	同上	光輝があつた

対照（かん詰に封入前のハエの羽根）　　かん詰に封入されたハエの羽根



第 1 図　かん詰に封入されたショウジョウバエの羽根先端の状態

(1)　にじ色彩　　(2)　へりの線条および毛の消失　　(3)　へりの線条の消失
(4)　筋内容物の消失　　(5)　黒点　　(6)　筋の切断

なお表にみられるように，ショウジョウバエの羽根は，イエバエの羽根よりかん詰内の加熱による変化が少ないようであつた。またミカンかん詰からとり出したハエは，サケかん詰からとり出したハエにくらべて，目玉のうけた変化は大きく，羽根がうけた上述のような変化は一般に程度が弱かつた。

4　沸騰水中で煮られたハエの形態

ハエを 100°C 以下で水煮した場合にうける変化が前述したかん詰内で加熱した場合と同様であれば，問題となつているハエの来源がかん詰であるか否かを判断することが不可能になる。そこで沸騰水中でハエを水煮し，形態の変化をしらべた。イエバエ 6 匹を沸騰水中で 30 分間水煮した後前実験と同様に肉眼観察および顕微鏡観察を行なつた。

この場合には，目玉が凹んだものが 2 匹あつた他は肉眼で認められるような変化を生じなかつた。また顕微鏡によつても羽根は光沢があり，へりの線条および毛は消失せず，黒点も生じなかつた。全身の光沢も変らなかつた。目玉は凹まないものもき裂を生じていたが，このようなものでも光沢はかなり残つていた。

水煮されたハエは，目玉に損傷をうける他は加熱されないハエとくらべてほとんど変化がないといえるので，かん詰に封入されたハエと水煮したハエとを区別することは容易である。

5　ハエ判別法の検討

前述のハエ判別法の正確度をしらべるために，かん詰からとり出した各種のハエについて，改めて観察を行なつてみた。その結果を第 4 表に示した。

第 4 表　かん詰からとり出したハエの顕微鏡観察による変化

ハエの種類	供試ハエ数	変化が認められた数	
		羽根	目玉
イエバエ	14	14	14
ニクバエ	7	7	6
キンバエ	6	6	5
ショウジョウバエ	9	7	9

表にみられるように，羽根の変化が認め難かつたもの，目玉の変化が認め難かつたものが少数あつたが，羽根も目玉も変化を認め難かつたものは 1 匹もなかつた。したがつて羽根の観察と目玉の観察を併用して観定すれば，ハエの来源がかん詰であるか否かを判定することが可能であると思われる。

摘　　要

かん詰に混在していたと称せられるハエについて，その来源が問題になることがある。従来はこのようなハエを確実に判定する基準がなかつたので，

この基準を定める研究を行なつた。その結果は次のようである。

1. かん詰の種類，かん詰内のハエの位置，ハエの種類によつてかん詰内に存在している状態は様々であつた。

2. ハエの体に肉が附着しているもの，ハエの体が大きく破損しているものは，かん詰からとり出されたものとみなされるが，かん詰内にあつたハエでも肉の附着がなく，破損もうけていないものもかなり多いことがわかつた。

3. かん詰内に封入されたハエとそうでないハエとは，羽根の変化（ヘリの線条，毛の消失，筋内容物の消失，黒点の発生，光沢の消失），目玉の変化（光沢の消失）を観察することによつて判別できることを知つた。

4. 100°C以下で水煮した場合には，目玉が多少変化をうけた他は全身の光沢，羽根に何らの変化もうけなかつた。したがつてかん詰に封入されたハエとの区別は明らかであつた。

本研究を行なうに当り，種々御教示をうけ，本文の御校閲をしていただいた本所加工科長高橋豊雄博士，ハエを提供していただいた東京医科歯科大学加納六郎博士，東京都立大学岡田豊日博士，供試品の調製について御援助をいただいた日魯漁業株式会社北洋部，同九里浜工場の各位に厚く感謝します。

Observation on Houseflies Packed in Canned Food

Makoto Takei

Synopsis

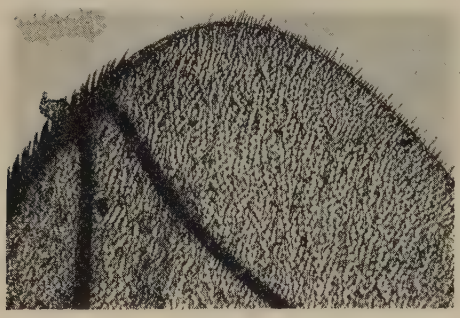
Although a question sometimes arises as to a true sourse of a housefly allegedly found in a canned food, no method has been made available for proving or disproving the claim. In order to secure a criterion distingnishing housflies found in a canned food from the others died somewhere else, an attempt has been made to compare external differences, if any, between two groups of specimens both anaesthetized with ether but disposed differently. In one group a few houseflies were packed together with fish meat or fruit, while the other group was left standing in room temperature.

1. It has been observed that the state of houseflies in a can is different depending on kined of canned food, position of the insect in a can, and the species of houseflies.

2. Some of the specimens picked out of a canned food could be recognized as such because of meat sticking around or a large damage on them. However, many others showed no such evidences at all.

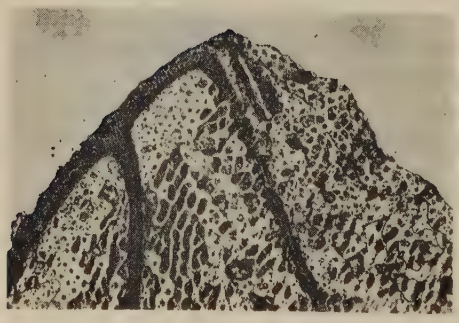
3. A closer abservation, however, revealed that black spots were developed on the wings of houseflies recovered from cannd food. Other characteristics deprived of these specimens but retained on the contrals are; lines and hairs on the margins of the wings; capillary contents of the wings; lustre of the wings, eyes, and the body.

写 真 I かん詰に封入されたイエバエの羽根の状態 (240 倍)



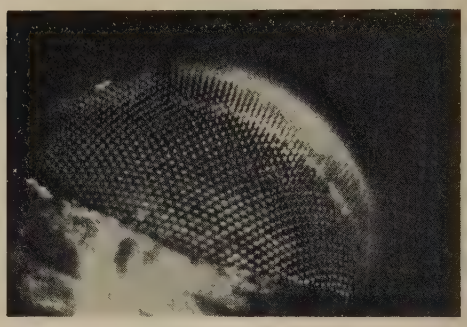
(1) 封入前の羽根

(2) 加熱変化の弱い羽根

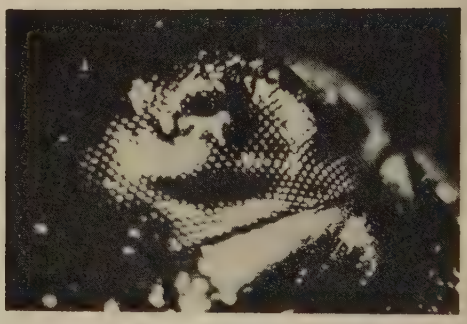


(3) 加熱変化の強い羽根

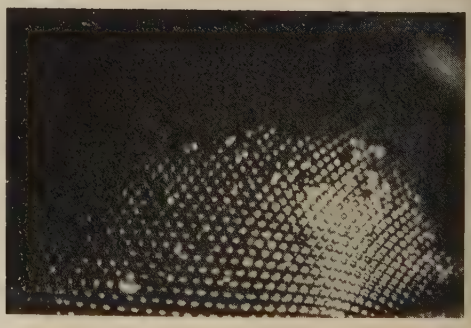
写 真 II かん詰に封入されたイエバエの目玉の状態 (90 倍)



(1) 封入前の目玉



(2) 加熱変化の弱い目玉



(3) 加熱変化の強い目玉

オットセイ肝臓中の脂質およびビタミンA量*

新間弥一郎・田口脩子

1956 年の四カ国間の協定により 6 カ年のオットセイ調査期間がもうけられ，1960 年はその第 3 年次にあたるが，捕獲される試料について生化学的研究を併せ行なうことはその資源研究に何等かの新しい知見をもたらすであろうと考え，今回はその肝臓についての調査を行なつた。

オットセイ肝臓についてはすでに Sanford ら[1),2),3)]がアラスカのプリビロフ島においてビタミンA量を測定している。しかし Sanford らの実験は商業的猟殺の際に肝臓からビタミンAを抽出することが採算のとれる仕事であるか否かを知る目的のために行なわれたものであつた。これに対して今回の調査はわが国の太平洋岸に洄游するオットセイ群について牡牝の種々の年令層にわたる試料を集めた。

肝臓中に貯えられるA量の消長についてはスケソウ[4),5)]，アブラザメ[6),7)] Soupfin shark[9)] などの魚類については多くの報告があるが水産哺乳類では鯨を除いてはほとんど調査が行なわれていない。また哺乳類に特徴的な姙娠期間中には母獣と胎児との間にかなり緊密な脂質成分の相関がある筈であるがこの点についての研究も殆んど見当らない。

オットセイは年に一回夏期 6 ～ 7 月に蕃殖島において出産しまた生殖を行なう特異な習生を有すので春期洋上において捕獲された 4 才の牝は約半数が，また 5 才以上では 80 % 以上[10)] が，姙娠獣であつた。従つて今回の調査においては肝臓の重量，含油量，A単位を測定し年令，性別との関係を検討したほか不鹸化物量，ステロール量，脂肪酸の沃素価を測定し，母獣と胎児との関係および姙娠獣と姙娠していないものとを比較検討したのでここに報告する。

なお試料は全て当研究所海獣科より提供されたものである。

試料および実験方法

1. 試　　料

試験船で捕獲されたオットセイは直ちに解剖され，肝臓および胎児を取り出し，船中において凍結するかあるいは岩手県大槌港に持ち帰り石油罐に入れ凍結した。凍結試料は東京月島の東海区水産研究所に送り分析に供した。

採取試料は大別して 3 月 15 日から 4 月 28 日まで大槌沖で捕獲された出産前のものおよび，7 月 21 日から 8 月 18 日までカムチヤツカ東方沖で捕獲された出産後のものとにわけられる。

2. 実 験 方 法

凍結肝臓はなるべく冷凍状態のまま第Ⅲ葉（写真参照）を切り取り基部より 40 g を秤取し，細切して脱水芒硝 160 g と充分混じたのち精製エーテルで脂質を抽出し含油量を求めた。抽出油中のA濃度は 328 mμ 吸光係数に 1,900 を掛けて求め補正していない。試料中には 300 mμ/328 mμ の値の大きなものもあつたが，そのうち 328 mμ に吸収極大を有しないものは表中括弧を附した。

また一部の試料については抽出油を鹸化して脂肪酸と不鹸化物とを分離し，脂肪酸の沃素価は臭化ピリヂン法により，不鹸化物中のステリン量はジギトニン法によつてそれぞれ測定した。

---

* 1961 年 2 月 14 日受理。東海区水産研究所業績A第 146 号.

第 1 表 肝臓各葉の重量

Table 1. Weight of five leaves of liver.

	試料 No.	年令 Age	重量 Weight g Total	I	II	III	IV	V	重量割合 Weight percentage I	II	III	IV	V
牡 Male	216	1	355	80	100	45	65	65	22.5	28.2	12.7	18.3	18.3
	13	2	530	120	150	90	100	70	22.6	28.3	17.0	18.9	13.2
	37	2	670	140	215	75	120	120	20.9	32.1	11.2	17.9	17.9
	39	3	695	140	200	95	130	130	20.2	28.8	13.6	18.7	18.7
	215	3	940	180	245	125	200	190	19.1	26.2	13.3	21.2	20.2
	221	3	590	120	155	90	110	115	20.4	26.2	15.3	18.6	19.5
	38	5	1,190	270	340	100	280	200	22.7	28.6	8.4	23.5	16.8
	1,401	5	1,380	370	320	160	200	330	26.8	23.2	11.6	14.5	23.9
	18	8	1,775	490	510	165	320	290	27.6	28.7	9.3	18.0	16.3
	1,725	8	3,750	900	1,370	320	560	600	24.0	36.6	8.5	14.9	16.0
	平 均 Mean value			—	—	—	—	—	**22.7**	**28.7**	**12.0**	**18.6**	**18.0**
姙娠していない牝 Non-pregnant female	12	2	895	160	250	85	240	160	22.8	24.8	11.4	22.0	19.0
	651	2	460	115	125	65	90	65	25.0	27.2	14.1	19.6	14.1
	652	2	530	100	130	100	115	85	18.9	24.5	18.9	21.7	16.0
	662	2	375	95	105	35	85	55	25.4	28.0	9.3	22.6	14.7
	213	3	615	120	180	55	110	150	19.5	29.3	8.9	17.9	24.4
	653	3	600	120	190	70	100	120	20.0	31.7	11.6	16.7	20.0
	658	3	630	155	150	75	125	125	24.6	23.8	11.9	19.8	19.9
	659	3	590	105	210	60	100	115	17.8	35.6	10.2	16.9	19.9
	平 均 Mean value			—	—	—	—	—	**21.6**	**28.1**	**12.1**	**19.7**	**18.5**
姙娠牝 Pregnant female	299	5	1,010	200	320	100	180	210	19.8	31.7	9.9	17.8	20.8
	655	5	940	220	260	100	150	210	23.4	27.6	10.7	16.0	22.3
	656	5	900	210	240	110	140	200	23.4	26.7	12.2	15.5	22.2
	290	7	610	110	190	100	120	90	18.0	31.2	16.4	19.7	14.7
	685	10	850	170	250	80	180	170	20.0	29.4	9.4	21.2	20.0
	平 均 Mean value			—	—	—	—	—	**20.9**	**29.3**	**11.7**	**18.1**	**20.0**
胎児 Fetus	299		138	29	36	12	30	31	21.0	26.1	8.7	21.7	22.5
	655		89	18	21	17	17	16	20.2	23.6	19.1	19.1	18.0
	656		116	30	22	15	18	31	25.8	19.0	12.9	15.5	26.8
	290		154	31	36	23	34	30	20.1	23.4	14.9	22.1	19.5
	685		101	23	21	10	25	22	22.8	20.8	9.9	24.7	21.8
	平 均 Mean value			—	—	—	—	—	**22.0**	**22.6**	**13.1**	**20.6**	**21.7**
I 葉のない肝臓 Deformed liver having four leaves	36	2 ヵ月	540		210	80	130	120	—	38.9	14.8	24.1	22.2
	661	3 ヵ月	500		150	80	135	135	—	30.0	16.0	27.0	27.0
	47	6 ヵ月	685		225	140	190	130	—	32.7	20.4	27.7	19.0

Bull's liver (No. 1,725) Fetus' liver (No. 649)

Plate Livers of fur seal samples Nos. 1,725 and 649.

実験結果および考察

1. 肝臓の5葉について

写真に示したようにオットセイ肝臓を5つの部分に区別し(第I葉はその裏面にさらに小さな副葉を有す),各部分の重量を測定してその重量割合を求めると表1となる。すなわち胎児ではIII葉が小さい以外他の4葉の重量は凡そ等しいが,1才以上のものではII葉が大きくなり殆んど30%に達する。胎児を除いて各葉の最小および最大値を求めると,I葉 17.8~27.6, II葉 23.2~35.6, III葉 8.4~18.9, IV葉 14.5~23.5, V葉 13.2~24.4 となり,牡(♂),妊娠していない牝(♀),妊娠牝(♀),の各々の平均値には殆んど差がなく

第2表 肝臓各葉間の性状の相違

Table 2. Weight loss in defrozen liver and oil content of each leaf of bull's liver.

部分 Leaf No.	試料 Sample No. 675 肝臓重量 Weight of leaf 凍結時 Frozen	解凍後* Defrozen	減量 Weight loss	試料 Sample No. 1,725 Liver oil 含油量 Oil cont.	A濃度 Vitamin A potency (IU) of oil	of 100 g of tissue	不鹸化物 Unsaponifiable 収量 Yield	ステリン量 Sterol cont.	油中ステリン量 Sterol of oil	脂肪酸の沃素価 Iodine value of fatty acid
	g	g	%	%	$\times 10^4$	$\times 10^4$	%	%	%	
I	62.5	57.0	8.7	6.54	20.0	130	19.3	41.5	8.0	157
II	204.0	170.0	16.5	5.72	21.7	114	20.1	36.2	7.3	154
III	97.0	82.0	15.5	6.27	23.5	147	22.6	35.1	7.9	152
IV	185.0	167.0	9.7	7.10	32.3	229	22.4	33.1	7.4	156
V	159.0	140.0	12.0	6.13	22.2	136	22.4	35.4	7.9	148

* After kept at 20°C for 8 hours.

第 3 表 オットセイの肝臓重量および肝臓中のビタミン量

Table 3. Liver weight, oil content, and vitamin A potency of fur seals.

試料番号 Sample No.	捕獲日 Date of catch	年令 Age	体長 Body length cm	体重 Body weight kg	肝臓重量 Liver weight g	重量比 $\frac{L.W.}{B.W.}\times 100$ %	含油量 Oil content %	Vitamin A potency 油中A per 1 g of oil 10^4 I.U.	Vitamin A potency 組織中A per 100 g of tissue 10^4 I.U.	吸光比 $E^{1\%}_{1cm}$ ratio $\frac{300}{328}$ mμ
牡 Male ♂										
216*	Apr. 24	1	85	11.5	355	3.09	2.98	3.75	11.15	.640
13	Mar. 15	2	92	17.0	530	3.11	2.35	2.19	5.15	.737
36	Mar. 18	2	100	17.0	540	3.17	3.21	1.48	5.90	.792
37	〃	2	100	18.0	670	3.72	3.21	1.65	5.30	.784
1,402	Apr. 24	2	105	21.0	895	4.26	4.14	2.16	8.95	.807
39	Mar. 18	3	104	24.0	695	2.90	4.21	1.62	6.80	.787
214	Apr. 24	3	115	31	1,185	3.82	5.18	1.37	7.10	.755
215	〃	3	118	32	940	2.93	11.90	0.72	8.52	.842
221	〃	3	102	23	590	2.56	3.50	1.87	6.55	.782
661	〃	3	105	22.5	500	2.22	2.68	1.55	4.16	.840
1,404	〃	3	107	23	690	3.00	3.60	1.45	5.22	.770
38	Mar. 18	5	133	45.0	1,190	2.64	3.73	1.22	4.53	.820
1,399	Apr. 24	5	136	47	1,350	2.87	5.00	(0.94)	(4.70)	.947
1,401	〃	5	132	48	1,380	2.88	5.40	(0.63)	(3.37)	.998
18	Mar. 15	8	155	71.0	1,775	2.50	3.90	13.21	51.50	.650
1,725	Aug. 8	8	190	116	3,750	3.23	6.27	23.50	147.10	.668
平均値 Mean value		1	85	11.5	355	3.09	2.98	3.75	11.15	
		2	99	18.3	659	3.57	3.23	1.87	6.33	
		3	109	25.9	767	2.91	5.18	1.43	6.39	
		5	134	46.7	1,307	2.80	4.71	0.93	4.20	
		8	173	93.5	2,763	2.87	5.09	18.36	99.30	
姙娠していない牝 Non-pregnant female ♀										
43	Mar. 18	2	99	15.0	525	3.50	3.04	2.08	6.32	.740
651	Apr. 24	2	96	14.0	460	3.21	2.55	1.36	3.47	.722
652	〃	2	97	15.0	530	3.53	3.93	1.61	6.33	.706
662	〃	2	85	12.0	375	3.12	3.13	5.04	15.75	.643
1,403	〃	2	97	15.5	550	3.55	7.15	0.76	5.43	.777
213	〃	3	100	19.0	615	3.24	5.40	1.76	9.50	.739
653	〃	3	100	17.5	600	3.42	5.92	1.56	9.24	.725
658	〃	3	107	18.5	630	3.41	3.60	2.08	7.5	.684
659	〃	3	103	22.0	590	2.68	4.70	1.72	8.08	.736
12	Mar. 15	4	113	27.5	895	3.26	3.90	1.71	6.66	.735
1,694**	Jul. 26	4	115	27.5	675	2.45	2.63	5.70	15.00	.690
1,691**	Jul. 21	5	130	28.5	880	3.09	4.38	2.40	10.50	.695
1,693**	Jul. 26	5	114	23.0	710	3.09	2.85	1.53	4.36	.733
1,692**	〃	6	125	32.0	975	3.05	3.81	1.69	6.45	.754
1,695**	Jul. 27	6	118	27.5	870	3.16	2.23	2.16	4.82	.770
平均値 Mean value		2	95	14.3	488	3.43	3.96	2.17	7.45	
		3	103	19.3	609	3.18	4.91	1.78	9.57	
		4	114	27.5	785	2.86	3.26	3.71	10.82	
		5	122	25.8	795	3.09	3.62	1.97	7.44	
		6	122	29.8	923	3.10	3.02	1.93	5.63	

* Found with a tag, C 20,412 U. S. S. R.

** Determined as spent from appearance of the ovary.

第 3 表 つ づ き

Table 3. Continued

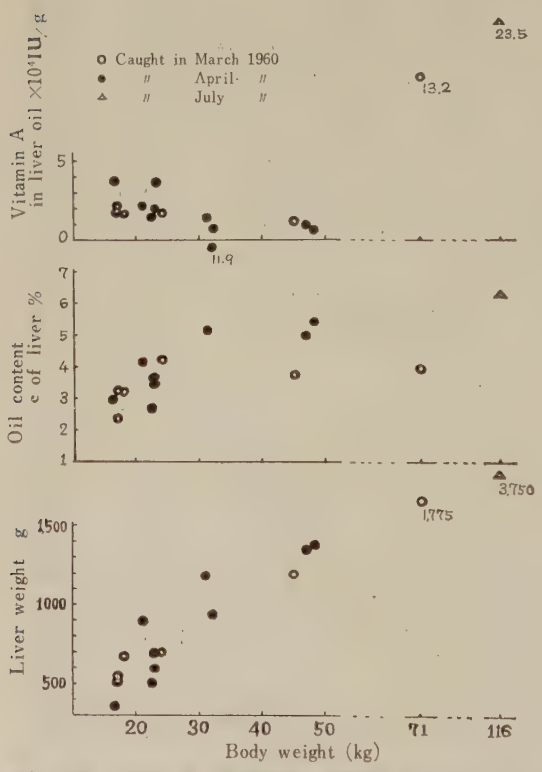
試料番号 Sample No.	捕獲日 Date of catch	年令 Age	体長 Body length cm	体重 Body weight kg	肝臓重量 Liver weight g	重量比 L. W. / B. W. ×100 %	含油量 Oil content %	Vitamin A potency 油中A per 1 g of oil 10^4 I.U.	Vitamin A potency 組織中A per 100 g of tissue 10^4 I.U.	吸光比 $E^{1\%}_{1cm}$ ratio $\frac{300}{328}$ mμ
姙娠牝 Pregnant female ♀♀										
41	Mar. 18	4	114	26.0	730	2.81	3.70	1.05	3.89	.898
650	Apr. 24	4	110	28	1,010	3.61	3.72	(1.02)	(3.79)	.984
660	〃	4	115	27.5	770	2.80	2.34	2.8	6.55	759
44	Mar. 18	5	117	31.0	980	3.16	4.62	2.08	9.61	.830
48	〃	5	125	35.0	860	2.46	2.73	1.44	3.93	.900
299	Apr. 24	5	116	34	1,010	2.97	3.94	1.28	5.04	.877
655	〃	5	120	31.5	940	2.98	4.34	1.92	8.34	.778
656	〃	5	122	32	900	2.81	2.96	(0.78)	(2.31)	.981
657	〃	5	114	30.0	501	1.67	2.81	1.53	4.30	.763
674	Apr. 27	5	125	31.5	880	2.79	3.44	(0.35)	(1.21)	3.86
47	Mar. 18	6	119	33.5	685	2.04	2.70	1.56	4.21	.895
675	Apr. 27	6	129	34	708	2.08	4.32	1.20	5.18	.919
290	Apr. 24	7	125	40	610	1.52	3.86	3.42	13.2	.670
654	〃	7	131	39	550	1.41	3.12	1.66	5.17	.880
1,400	〃	9	123	32	750	2.34	5.04	0.96	4.84	.806
685	Apr. 27	10	131	35	850	2.43	3.15	2.25	7.09	.831
217	Apr. 24	13	115	36	865	2.40	3.47	4.10	14.2	.777
649	〃	13	134.5	45	815	1.81	2.94	2.58	7.58	.676
平均値 Mean value		4	113	27.2	840	3.07	3.25	1.62	4.75	
		5	120	32.1	960	2.69	3.55	1.34	3.53	
		6	124	33.8	697	2.06	3.51	1.38	4.70	
		7	128	39.5	580	1.47	3.49	2.53	9.19	
		9	123	32	750	2.34	5.04	0.96	4.84	
		10	131	35	850	2.43	3.15	2.25	7.09	
		13	125	40.5	840	2.11	3.21	3.34	10.89	
胎児 Fetus										
650			40	2.43	110	4.53	1.26	1.15	1.45	.735
299			55	3.0	138	4.60	1.62	4.38	4.90	.653
655			45	3.0	89	2.96	1.75	(2.60)	(4.55)	.995
656			45	3.0	116	3.87	1.17	2.5	2.92	.749
657			41	2.0	90	4.29	1.40	3.14	4.40	.648
674			42	2.22	130	5.85	0.93	1.29	1.20	.716
675			42	1.8	130	7.22	0.96	3.13	3.00	.639
290			55	3.3	153	4.63	0.98	3.30	3.24	.652
654			46	3.51	205	5.84	1.19	2.47	2.94	.705
1,400			40	2.58	90	3.50	1.69	1.35	2.28	.680
685			46	3.1	101	3.26	1.35	3.00	4.05	.687
217			40	2.5	140	5.60	1.01	4.19	4.23	.629
649			45	2.7	110	6.11	1.05	4.92	5.17	.619
平均値 Mean value			44.7	2.70	123	4.79	1.26	2.88	3.41	

重量割合は大体 22：28：12：19：19 となる。

5葉のうち第Ⅰ葉を欠くものが少数あつたがこの場合には体重に対する全肝臓の重量比および含油量は同性，同年令の平均より低く（表3）奇形的なものと思われる。他のⅡ，Ⅲ，Ⅳ，Ⅴ葉のいずれかを欠くものは全然認められなかつた。次に各葉間の性状の相違を知るために試料 No. 675 について完全に解凍した場合のドリップの流出による重量の減少，また試料 No. 1, 725 については各葉それぞれの含油量，ビタミンA濃度，不鹸化物量および脂肪酸の沃素価を測定して表2に示した。これはただ1例についての実験結果で普偏的なものか否かさらに検討を必要とするが，肝臓の5葉は相互に若干異る性状の脂質を含み，あるいは異る機能を有するものとも想像されろる。

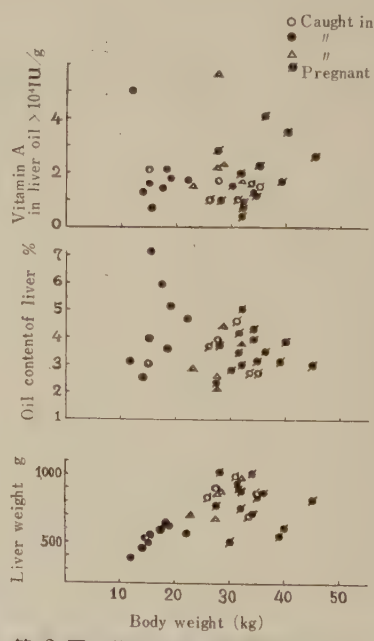
2. 肝臓の重量

全試料の実験結果を♂，♀，♂，胎児の4群に大別しさらに年令順に配列して表3および図1，2に示した。また体重に対する肝臓の重量比（%）を求めると図3となる。すなわち，胎児においてはこの重量比は 2.96～7.22（平均 4.8）となり高い割合を示すが出生後は年令の増加に従つて次第に減少する傾向にある。しかし若年獣においては♂の2，3，5才の平均重量比は 3.6, 2.9, 2.8 となり♀では2，3，4，5才で 3.4, 3.2, 2.9, 3.1 となり肝臓は大体体重の3％強を占めている。また5才までの総平均値は♂，♀それぞれ3.16, 3.17, となり性別による相違は認められない。♂においては胎児重量が体重に含まれるので肝臓重量比がやや小さくなるのはさけられず5才までの総平均値は 2.8 となる。



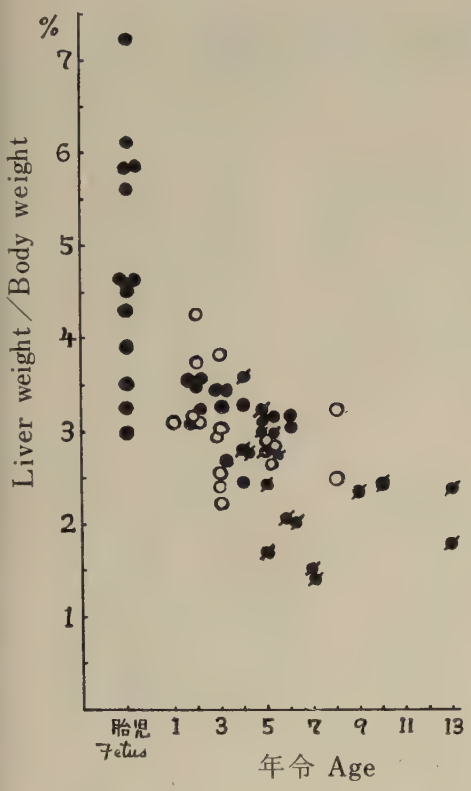
第1図 牡の体重と肝臓重量，含油量，ビタミンA単位との関係

Fig. 1. Relation between body weight, and liver weight, or oil content or vitamin A potency of male seals.



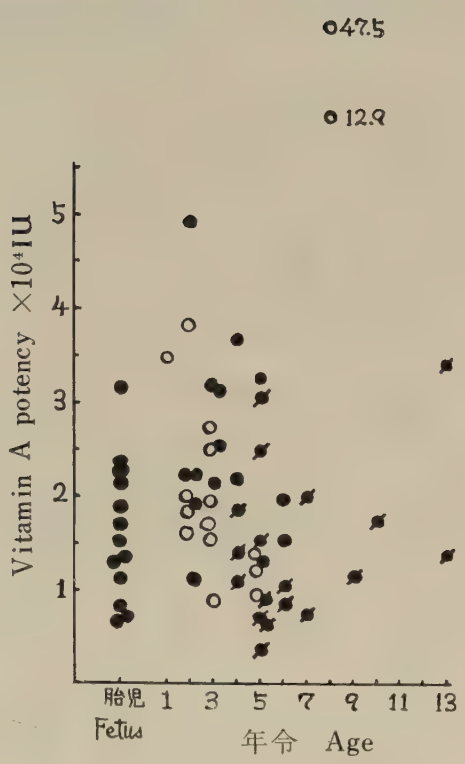
第2図 牝の体重と肝臓重量，含油量，ビタミンA量との関係

Fig. 2. Relation between body weight, and liver weight, or oil content or vitamin A potency of female seals.



第 3 図　年令別の肝臓重量比

Fig. 3. Relation between age and rate of liver weight. ○ male, ● non-pregnant female, ✱ pregnant female. Fetuses are not distinguished by sex.



第 4 図　体重当りのA保有量

Fig. 4. Total vitamin A per 1 kg of body weight.
See footnote of Fig. 3.

5 才以上の高令獣については試料数が少ないので明確ではないが体重 35 kg 以上の 5 例の♂では体重比は 1.91 と著しく小さいのに対し 8 才のブルの平均値は，2.96 であつた。したがつて牡では著るしい体重の増加につれて肝臓重量も増加するが牝では高令になるにつれて体重はゆるやかな増加[10] をつづけても肝臓重量はほとんど増加しないかあるいは萎縮することもあると思われる。

3. 含　油　量

各々の試料の含油量は♂では 3 才（試料 215）に 11.9 % の異常な 1 例を認めたがこれを除くと 2.68～6.27%となり年令別の平均値は 2，3，5，8 才でそれぞれ 3.2，3.8*，4.7，5.1%と僅かながら増加してゆく。♀では 2.23～7.15 % と個体差が大きく 15 例中 3 例が 5 %以上の含油量を示し平均値は 3.95 % であつた。また♂では 9 才の 1 例が 5.04 % を示し最も高くそれ以外は 2.34～4.62%で比較的個体差が少い。年令別の平均値も 9 才の 1 例を除けば 5 ～ 7 才の 3.5 % を最高として高令のものではやや低く 3.2 % に止まり♂の場合と著しく相違する。胎児肝臓は一般に含油量が低く 0.93～1.69%で平均 1.26%に過ぎない。

4. 肝油中ビタミン A 濃度

2 頭の 8 才のブルの肝油中A濃度はそれぞれ 13.2 万および 23.5 万 I. U. と著しく高く全試料中で極め

---

* No. 251 を除く。

て特異な存在であつた。それ以外の♂では 6,300～37,500 I. U. で年令別の平均値を求めると，1，2，3，5才でそれぞれ 3.8 万，1.8 万，1.4 万，.93 万となり年令の若いものの方がA濃度が高い。

♀においては5万 I. U. 以上が2例あるがその他は 7,600～24,000 I. U. の範囲にあり，年令別の平均値を求めると 1.8～3.7 万 I. U. となる。出産後の♀については，1例が，5.7 万 I. U. を示すほかは他の4例の平均値は2万 I. U. となる。

また♂においては最低 3,500 I. U. 最高 41,000 I. U. と個体差が大きく，年令別の平均値は5，6才で約 1.4 万，7，10 才で約 2.5 万となり 13 才の 3.3 万 I. U. が最も高い。

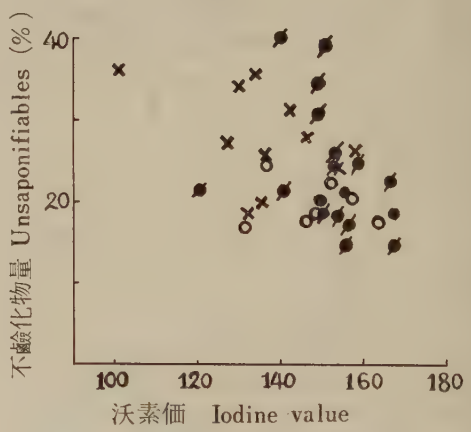
しかしオツトセイにおいてはブル肝臓中にAが非常に高濃度に認められた以外は肝油中A濃度が年令とともに増加するかどうかはなお疑問である。著者らのA濃度の平均値は Sanford の報告（2～6才の♂で4～9万 I. U.）に比して遙かに低い。

胎児では肝油中A濃度は 1.2～4.9 万 I. U. で平均 2.9 万 I. U. となり高い値を示している。

第 4 表 脂質中不鹸化物量と脂肪酸の沃素価

Table 4. Iodine value of fatty acid and unsaponifiables of liver oil.

試料 Sample No.	性別 Sex	脂肪酸の沃素価 Iodine value of fatty acid	不鹸化物含量 Unsaponifiables of liver oil (%)
13	♂	164	17.5
18	〃	138	24.5
36	〃	131	17.2
37	〃	148	18.6
38	〃	157	20.6
39	〃	146	17.8
1,402	〃	—	20.1
1,725	〃	152	22.6
12	♀	150	19.8
43	〃	157	20.5
1,691	〃	168	18.3
41	♂	156	17.0
44	〃	156	14.5
47	〃	152	24.2
48	〃	141	20.9



第 5 図 沃素価と不鹸化物量との関係

Fig. 5. Relation between iodine value and unsaponifiables.

○ male, ● non-pregnant female, ◉ pregnant female, × fetus

5. ビタミン A 保有量の考察

筋肉および脂肉中に含まれるA量が僅かであり肝臓中のA量がその個体の保有する総A量を代表するものと考え体重当りのA量を算出して図4に示した。すなわち体重 1 kg 当りのA保有量は8才のブルが際立つて高い値を示している以外はかなり個体差が認められるにしても年令別に平均値を求めると♀，♂および胎児では大体1～2万 I. U. の範囲に留まる。しかし♀には保有量の高い個体が多く見出され♀のみの平均値は2～4才で 2.5～2.9 万 I. U. とやや高くなる。また出産後の5例について平均値を求めると 2.35 となり同年令の♂の平均よりやや高い値が得られ，牝の保有量には周年の季節的変動があるものと想像される。

魚類においては体重の増加が停止する時期[7)8)] あるいは性的に成熟する時期[9)] にA保有量の増加が起ることが報告されている。しかしオツトセイにおいては牡だけがある年令に達した時に体重の増加をつづけながらもおそらく2～3年の短い期間に極めて急速にAの蓄積を行なうものと思われる。牝ではこれに反して平

第5表 姙娠牝と胎児との不鹸化物量

Table 5. Unsaponifiables of liver oil in pregnant females and fetuses.

試料番号 Sample No.	姙娠牝 Pregnant females					胎児 Fetuses					胎児/姙娠牝 含量比 Cont. ratio F/P. f.			
	不鹸化物量 Unsaponifiables of oil g/100 g	ステリン含量 Sterol content			脂肪酸の沃素価 Iodine value of fatty acid	不鹸化物量 Unsaponifiables of oil g/100g	ステリン含量 Sterol content			脂肪酸の沃素価 Iodine value of fatty acid	不鹸化物量 Unsaponifiables of oil %	油中ステリン量 Sterol of oil	沃素価 Iodine value	油中A濃度 V. A. potency of oil
		不鹸化物中 of unsap g/100g	肝油中 of oil g/100g	組織中 of tissue mg/100g			不鹸化物中 of unsap g/100 g	肝油中 of oil g/100 g	組織中 of tissue mg/100g					
650	30.9	26.8	8.3	308	149	25.3	67.8	17.2	216	137	0.82	2.07	0.92	1.13
299	38.5	23.9	9.2	362	151	36.2	45.4	16.4	184	134	0.94	1.78	0.89	3.42
655	17.1	40.8	7.0	302	150	34.1	43.6	14.9	260	130	2.00	2.13	0.87	1.35
656	21.7	52.0	11.3	334	121	27.2	76.8	20.9	244	127	1.25	1.85	1.05	3.20
657	22.4	62.6	14.1	396	167	23.6	88.0	20.8	291	154	1.05	1.48	0.92	2.05
674	25.8	32.6	8.4	289	153	17.2	64.5	11.3	103	132	0.67	1.35	0.86	3.68
675	17.8	64.8	11.5	497	153	25.9	80.8	20.9	199	158	1.45	1.82	1.03	2.61
290	40.1	17.7	7.1	274	140	36.3	41.3	15.0	147	101	0.91	2.12	0.72	0.97
654	26.3	42.4	11.1	348	—	28.8	69.0	19.9	236	—	1.09	1.79	—	1.49
1,400	34.4	14.5	5.0	251	149	19.5	52.0	10.1	171	136	0.57	2.02	0.91	1.41
685	35.4	26.6	9.4	296	—	31.2	56.6	17.6	238	—	0.88	1.87	—	1.33
271	24.4	64.8	15.8	548	159	30.4	70.5	21.4	216	142	1.25	1.35	0.89	1.02
649	14.5	47.6	6.9	203	167	27.8	72.7	20.2	212	147	1.92	2.93	0.88	1.91
平均値 Mean value	**26.8**	**39.9**	**9.6**	**339**	**151**	**28.0**	**63.7**	**17.5**	**209**	**136**	**1.14**	**1.96**	**0.904**	**1.96**
標準偏差 Standard deviation	8.05	17.0	3.0	92	12.1	5.6	13.7	3.62	46.9	14.6	0.47	0.40	0.081	0.87
変化係数% Coefficient of variation	30.0	42.7	33.4	27.2	8.0	20.0	21.5	20.7	22.4	10.7	41.2	20.4	9.0	44.4

均4～5才で性的に成熟し体重の増加も極めてゆるやかなものとなるにもかかわらずAの蓄積が認められない。

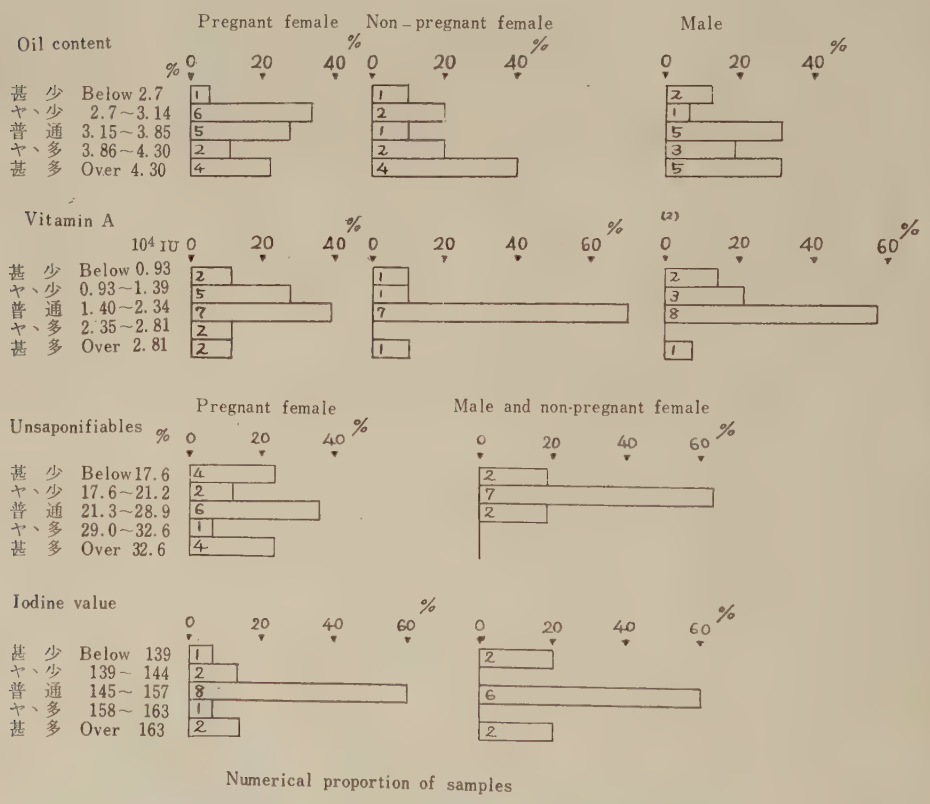
6. 脂肪酸の沃素価および不鹸化物量

一部の試料について抽出脂質中の不鹸化物量と脂肪酸の沃素価とを測定した結果を表4に示し，胎児とその母獣との結果は別に表5に示した。

この結果から脂質中の不鹸化物含量(%)の最小および最大値は♂および♀ 17.2～24.5，胎児 17.2～36.3，♂ 14.5～40.1 となり最小値には大差はないが最大値が異なり，♂および♀が最も個体差が小さく♂の個体差が最も大きい。

沃素価は♂および♀ 131～168，胎児 101～158，♂ 121～167，となり♂および♀において差が小さい。

平均値は♂，♀では沃素価は 151（変化係数 7.1%）不鹸化物含量は 20%（変化係数 10.8%）となり，



第 6 図 肝臓の含油量，ビタミンA量，不鹸化物，肝油の沃素価における出現頻度

Fig. 6. Frequency of the various properties occurring in livers of different groups of fur seal.

1) Excludes five spents caught in July, 1960.

2) Excludes two bulls, Nos. 18 and 1,725.

Numerals in histograms indicate the number of samples.

第 6 表 各群における平均値および変化係数

Table 6. Mean values and coefficients of variation of the various items.

		♂	♀	♂♂	胎児
含油量 Oil content (g per 100 g of tissue)	平均値 Mean value	4.0(1)	4.0	3.5	1.3
	変化係数 Coefficient of variation	25.8	33.5	22.6	21.4
脂肪酸の沃紙価 Iodine value of fatty acid	Mean value	151		151	136
	Coefficient of variation	7.1		8.0	10.7
不鹸化物量 Unsaponifiables (g per 100 g of oil)	Mean value	20.0		25.1	28.0
	Coefficient of variation	10.8		30.0	20.0
組織中ステリン量 Sterol content (mg per 100 g of tissue)	Mean value	—	—	339	208
	Coefficient of variation	—	—	27.2	22.4
油中A濃度 Vitamin A potency of oil (10^4 I. U.)	Mean value	1.51(2)	2.21	1.87	2.88
	Coefficient of variation	49.7	60.2	50.2	33.1

1) Excludes sample No. 215. 2) Excludes sample Nos. 18 and 1,725.

♂♂においては沃素価は 151（変化係数 8.0%）で♂，♀と差異はないが不鹸化物含量は 30% 以上の個体がしばし認められる結果平均値は 26.8%と高くなる（表 6）。

著者[11] らはさきにオツトセイ肝臓中の脂肪酸について分析し，不鹸化物とエステルを形成する脂肪酸の沃素価はグリセライドの脂肪酸の沃素価より低いことを報告した。個々の試料について混合脂肪酸の沃素価と不鹸化物量との関係を求めると図 5 となる。両者の間には一定の関係は認められず，僅かに沃素価が平均値 151 よりも高いものは不鹸化物量が比較的少ないことが認められるに過ぎない。

7. ♂♂と♀との比較

オツトセイにおいてはその習性上同時期に同年令の♂♂と♀との充分な標本を得て両者の比較から姙娠による影響を検討することは極めて困難であり，また日本沖に高令獣の洄游が少ないこともこの困難を一層大きなものとしている。本調査における♀が出産後のものを除いては 4 才以下であり体重もすべて♂♂より小さいことは未成熟獣であるためと思われる。したがつて両者の比較からは姙娠による影響ではなくて未成熟獣と姙娠獣との相違が知られることとなる。

♂♂の含油量，油中A濃度，不鹸化物量および沃素価について平均値（M）と標準偏差（σ）を求めこれを基準として次の 5 区分に分け各区分に属する個体数およびその%を図 6 に示した。

1) 甚少 $<M-\sigma$　　2) やや少 $M-\sigma \sim M-\sigma/2$

3) 普通 $M \pm \sigma/2$　　4) やや多 $M+\sigma/2 \sim M+\sigma$

5) 甚多 $>M+\sigma$

またこれらの含量を有する♀（出産後のものを除く）および♂の個体数も同様に%で示し比較すれば

1) ♂♂には含油量の低い個体が多く♀には高い個体が多い。

2) ♂♂には肝油中A濃度のやや低い個体が多い。

3) ♂♂では不鹸化物量がやや高いが脂肪酸の沃素価は♂，♀とほとんど差異を認めない。

今回の調査においては出産後の試料は僅か 5 例にすぎないがこれらの肝臓重量の割合，含油量の油中A濃度の平均値はそれぞれ 2.97 %，3.18 %，2.7 万 I. U. となる。この肝臓重量比は♂や他の♀と大差がないが，含油量は他の♂，♀，♂♂，の平均よりも低く，またA濃度は肝油中，組織中いづれも同年令の♂♂よりや

や高い。したがつて強いて推論すれば出産後において含油量は僅かに低下しているが，A量は姙娠時よりも僅かに増加していると云えよう。

Sanford[8] は gray fish において未成熟牝は牡や成熟牝より大きな肝臓重量比を有し，より高い含油量を有すこと，また出産期および出産後に含油量が減少することを報告している。鮫類肝臓は多量の貯臓脂肪を有し，オツトセイ肝臓とは同質のものではないが，極めて類似した現象を示している。このことは哺乳類の姙娠出産が鮫類の場合よりその程度は遙かに軽いにしても同質の負担を肝臓に負わせることを意味するものと考えられる。そしてその程度が遙かに少いことは貯蔵脂肪が少いことと哺乳類において調整機能が高いためと考えられるがこの様な姙娠を操返す高令の牝に肝蔵重量比が著しく少いものを認めるのは回復が充分に行なわれないためであろう。

8. 胎児肝臓およびその母獣との関係

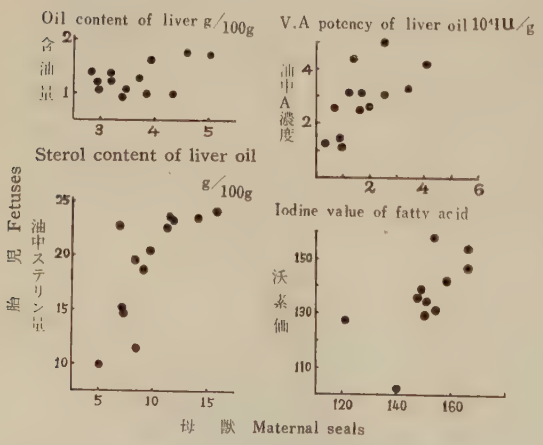
胎児の肝臓は体重に対して大きな割合をしめるが大量の血液を含み組織が軟い。4ケの凍結肝臓（試料 217, 649, 657, 675）を 20°C に 20 時間放置解凍した場合にドリツプの流出による減量はそれぞれ 20.3, 21.9, 14.5, 23.6%であつた。

胎児肝臓の含油量，油中A量，不鹸化物量，ステリン量および脂肪酸の沃素価の平均値と変化係数を一括して表6に示した。

またこれらの値について胎児と母獣との関係を求めると表4，図7となり，相関々係が認められる。

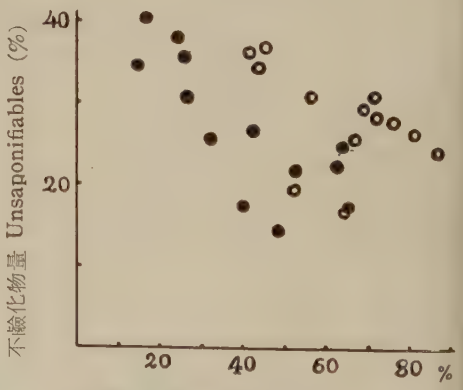
すなわち，胎児の含油量は常に母獣より低く母獣の含油量に対して 0.35（変化係数 21.4%）の割合にすぎず，また脂肪酸の沃素価も胎児が低く母獣の沃素価に対する比は 0.90（変化係数 9.0%）となる。母獣の肝臓中脂質がそのまま胎児に送られてゆくかどうかは疑問であるが胎児における沃素価が低いことは母獣から補給される高度不飽和酸量が少いか，あるいはそれが選択的に消費されるためと思われる。

母獣とその胎児との不鹸化物量を比較すると胎児の油中不鹸化物量は母獣の 0.57～2.00 倍となり，かなり個体差があるが平均して母獣よりやや多い程度（1.14 倍）に止まり特にグリセライド（あるいは不鹸化物）だけが消費されている傾向は認められない。これはまた見方を変えるならばグリセライドと不鹸化物とが dynamic equilibrium にあることを暗示するものと思われる。しかし胎児においては油中ステリン量およびA量がいずれも平均して母獣の 1.96 倍（変化係数 20.4%，および 44.4%）となり不鹸化物の約 65%



第 7 図 胎児と母獣との関係

Fig. 7. Relation between fetuses and their maternal seals in regards to the various items of liver oil.



不鹸化物中ステリン量
Sterol content of unsaponifiable;
● maternal seal, ○ fetus

第 8 図 不鹸化物量と不鹸化物中ステリン量との関係

Fig. 8. Relation between sterol content and unsaponifiables.

を占めるに至る。したがつて胎児中ではそれ以外の不鹸化物の含量は著るしく低いものとなる。

河合[6]はスケソウ肝油において不鹸化物含量が大なるものほど不鹸化物中のステロール含量が低いことを認めたが，オツトセイにおいても母獣と胎児でこの両者の関係を求めると図8となりそれぞれほぼ直線的な関係が認められる。しかし胎児においては肝油中ステリン量も組織中ステリン量も平均値に対する変化係数は 21～22 % でほぼ一定の値を有すが，母獣では肝油中ステリン量よりも組織中ステリン量の方が平均値に対する変化係数が小さい（表5）。すなわち多くの母獣は組織 100 g 中に大体 340 mg のステロールを含んでおり，河合の指摘した「不鹸化物量と不鹸化物中のステロール量」との関係よりも更に密接な関係が「含油量と油中ステロール量」との間に認められる。

9. Pribilof 島におけるオツトセイ肝臓中 A 濃度についての考察

Pribilof 島上のオツトセイ肝臓中A濃度については 1947 年から3カ年にわたつて Sanford らが報告しているが，当時に比して現在は島上の獣群はいちじるしく増加しており成長率にもかなりの低下が見られるのでA濃度にも若干の変化が起つているかも知れない。したがつて当時の数値がそのまま現在の状態を示すかどうかは疑問であるにしても，その平均A濃度は種々の実験群について 4.3～13.7 万単位に達し，本報の平均値に比していちぢるしく高い値であり奇異の感を抱かせる。しかし Sanford の数値を仔細に検討すると次のようなことが明らかとなる。すなわち

1947 年の報告[1]では恐らく3才前後の牡と思われる8ケの試料について分析し1～3万単位が6例，30 万単位を越えるものが2例認められた。

1948 年[2]には約 500 個体から特にA濃度が高いと思われる青白色の外見を有する肝蔵 51 ケを撰別して調査しその平均値は 13.7 万単位であつたがそのうち 27 例が5万単位以下で圧倒的に多くこの 27 例についての平均値は 2.2 万単位となり著者らの値に近い。しかしそれ以外に5万以上～10 万以下8例，10 万以上～40 万以下7例，40 万以上～63 万9例となり個体差が激しい。しかし Sanford らもこの試料は正常のものに比して著るしくA濃度が高かつたことを認めている。

1949 年の報告[3]では商業猟殺の牡 157 頭について調査しているが個々の分析値は記載されていない。調査した試料の平均A濃度は 2, 3, 4, 6 才でそれぞれ 4.3, 5.7, 9.2, 8.5 万単位となりその変化係数は 95, 68, 65, 109% であるから個体差はかなり大きかつたことが推測される。また2例の牝については 1.5 万，2.1 万単位を得ている。

従つて Pribilof 島においては全体的にA濃度が高いのではなくて高濃度の個体の出現する割合が多いのであり Sanford はA濃度の低い多数とA濃度の高い少数とを区別せずに算術平均したため高い平均値を得たものと解される。Pribilof 島においてA保有量の高い個体が多数見出される理由を説明することは容易ではないが著者らは次のような理由によるものと考える。

三陸沖に洄游するオツトセイ群の主要な餌料と思われるイカ，ハダカイワシ等はいづれも肉および肉臓中のA含量は低いことがすでに知られているのでこれらを摂取する日本沖の若年のオツトセイに高濃度のAの蓄積が見られないことは至当であると思われる。

これに反し Pribilof 島の3才の獣群中に見られる極めてA保有量の高い個体はその越年する洄游水域においてA濃度の高い餌料をとつているものと思われる。したがつてその水域（恐らくアメリカ沿岸と思われるが）における餌料中には上記の魚類より遙かに高単位のAを有するものが見出されるのであろう。魚類肝臓中には組織g中最高 20 万単位のAを有するものも存在し，シロネズミではただ一回の摂取によつてさえも肝臓中A量は急昇し，かつ油剤で与えられたAよりも長期間にわたり肝臓中に保持される事実が認められている。

他の理由は maturity の相違に基くものと思われる。魚類においては mature に達した時期にAの急激な蓄積が始まることが知られているが，3才の牡の何割かが immature から mature への過度期にあるとすれば，その大きな個体差を説明出来よう。Pribilof 島における3才の牝の受精率は 10%を越えると推定されているが牡においてもある数の mature が見出されることは期待してよいものと思われる。

摘　　要

3，4月の出産前に大槌沖においてまた7，8月の出産後にカムチヤツカ沖において捕獲したオツトセイ肝臓を試料とし，牡，姙娠していない牝（出産後のもを含む），姙娠牝，および胎児の4群に分ち肝臓重量，含油量，A濃度を，一部の試料についてはさらに不鹸化物量，ステロール量および脂肪酸の沃素価を測定して次の結果を得た。

1. 5才までの若年獣においては肝臓重量は体重の平均約3％を占める。肝臓は通常5葉からなり，5葉間の重量比は胎児を除いて凡そ 22：28：12：19：19 である。
2. 含油量は胎児を除いて凡そ 2.5～5％ の範囲にあり，牡においては体重の増加とともに漸増する傾向にあるが牝においては姙娠していない若年獣に含油量の高いものが多い。
3. 油中A濃度は主に1～4万 I. U. の範囲にあるが，高令の牡2例において著るしく高い（13.2万，23.5万 I. U.）。これを除けば体重 1 kg 当りの平均A保有量は各年令群において1～3万 I. U. の範囲にある。
4. 姙娠していないものに比して姙娠獣には含油量の低いもの，あるいはビタミンA濃度の低い個体が多い。
5. 油中不鹸化物量の平均値は牡および姙娠していない牝では 20%，姙娠牡では 25%である。
   姙娠牝組織中のステリン量は油中ステリン量より個体差が少く，100 g 中平均 340 mg であり，胎児では 209 mg である。
6. 脂肪酸の沃素価の平均は胎児では 136 その他は 151 で性別，姙娠による差を認めない。また胎児肝臓と母獣肝臓との脂質成分を比較し両者の間に相関々係を認めた。

本研究に当り御協力を賜つた Mr. C. Gunasekera および海獣科諸氏，並びに終始御懇篤なる御指導を賜つた東秀雄博士に謹んで感謝の意を表する。

文　　献

1) D.T. Miyauchi and F.B. Sanford: Com. Fish Rev. **9** (11) 5 (1947).
2) V.B. Scheffer, N.L. Karrich, F.B. Sanford: "Vitamin A in Selected Pale-colored Livers of Alaska Fur Seals, 1948" Branch of Com. Fish. U. S. Fish and Wildlife Servise (Sp. Rep. Fish No. 32) (1948).
3) F.B. Sanford, K.W. Kenyon and V.B. Scheffer: Com. Fish Rev. **11** (4) 9 (1949).
4) 河合亀太郎：薬学雑誌，**49**, 708 (1929).
5) 〃 : 〃 **50**, 249, 323, 734 (1930).
6) 〃 : 〃 **52**, 949 (1932).
7) 東　秀雄，平尾　秀一，清水　和子，山田充阿弥，菊地　嶺：本誌，**18**, 310 (1953).
8) F.B. Sanford and K. Bonham: Com. Fish Rev., **9**, (9) 1 (1947).
9) "The Biology of the Soupfin and Biochemical Studies of the Liver" Division of Fish and game, Bureau of Marine Fisheries California U.S.A. (Fish Bulletin No. 64) p. 32 (1946).
10) "Report of Japanese Fur Seal Research in 1960" p. 18, Tokai Reg. Fish. Res. Lab. (1960).
11) 東　秀雄，新間弥一郎，田口　脩子：本誌，**26** (4) 411 (1960).

A Survey of Fur Seal Liver Oil and its Vitamin A Content

Yaichiro SHIMMA and Hisako TAGUCHI

Synopsis

As little information has been available at hand in regard to biochemical properties of fur seal liver oil, the oil contents and other related items have been assessed with view to contribute the results to works of the North Pacific Fur Seal Commission organized by Canada, the United States, U.S.S.R. and Japan.

Livers used for the study were collected from 62 individuals including 13 fetuses of fur seals sampled in Pacific waters off Japan in March and April 1960 and off Kamchatka in July and August 1960. They were frozen and sent to the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory in Tokyo to be identified and classified into four groups: males ♂, non-pregnant females ♀, pregnant females ♀, and fetuses.

1) The weight ratio among five leaves of the livers excluding fetuses was, on the average, 22 : 28 : 12 : 19 : 19 (Table 1 and Picture). Quality of oil extracted from the leaves of bull's liver was found slightly different in one leaf from another (Table 2).

2) The weight ratio of the liver to the body was 4.56 per cent in fetuses. In seals younger than five years old, it was approximately 3 per cent, while in pregnant seals weighting over 35 kg it decreased to 1.91 percent (Table 3).

3) Oil content of the samples remained within the range from 2.5 to 5 per cent by weight. In males the content seemed to increase with advance of seals' age, while in younger females, the content was frequently observed higher than the average of all the females (Tables 3 and 6, Figs. 1 and 2).

4) Vitamin A potency of the liver oil, though it varied from sample to sample, was mainly within the range 10 to 40 thousands IU per gram of oil, except two bulls' oil having 132 and 235 thousands IU (Tables 3 and 6, Figs. 1 and 2). Excluding those bulls, total vitamin A calculated per kg of the body weight for each age group amounted 10—30 thousands IU on the average (Fig. 4). Accumulation of the vitamin with progress of the animal's age could not be observed; the arithmetic mean of the potency obtained from our samples was lower than the value investigated by Sanford.

5) Compared with males and non-pregnant females, many of pregnant seals seemed to have low contents of oil and the vitamin potency. In pregnant seals, however, the average unsaponifiable content was 25 per cent of the oil, since some of them had it higher than 30 per cent, in males and non-pregnant females it was approximately 20 per cent (Tables 4 and 5, Fig. 6).

6) In fetuses the average iodine value of fatty acid was 136 and in mature seals 151 (Tables 5 and 6). Between the qualities of the oil in fetal and their maternal livers a certain correlation could be recognized (Fig. 7).

7) The coefficient of variation of sterol content was lower in the tissue than in the oil (Table 5).